ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE TELE-PEAJE EN LA VÍA LOJA-CATAMAYO-AEROPUERTO

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

JIMMY ALEXIS BANDA ÁLVAREZ
(jimmyalexisbanda@hotmail.com)

DIRECTOR: M.Sc. MARÍA SOLEDAD JIMÉNEZ JIMÉNEZ
(maria.jimenez@epn.edu.ec)

CO-DIRECTOR: Ph.D. LUIS CORRALES
(luis.corrales@epn.edu.ec)

Quito, Enero 2011

DECLARACIÓN

Yo, Banda Álvarez Jimmy Alexis, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____

Banda Álvarez Jimmy Alexis

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Banda Álvarez Jimmy Alexis, bajo mi supervisión.

_____
M.Sc. María Soledad Jiménez
DIRECTOR DEL PROYECTO

_____
Ph.D. Luis Corrales
CO-DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen del Cisne, por cuidarme y protegerme.
A mis padres y a mi novia, por apoyarme incondicionalmente en todo momento.
A mi Directora M.Sc. María Soledad y a mi Co-director Ph.D. Luis Corrales, por su permanente colaboración en la realización del presente Proyecto de Titulación.
A mis amigos, por su fidelidad y honestidad en todo momento.

DEDICATORIA

A Dios, por regalarme la oportunidad de ser mejor día a día y permitirme compartir mi vida con las personas que amo.

A mis padres, Rafael y Gloria, quienes con su ejemplo me enseñaron a luchar contra las dificultades que se presenten para ser grande en la vida.

A mi novia Paulina, por compartir su vida conmigo, regalándome siempre una sonrisa en los momentos difíciles.

A mis hermanos Jack, Milka, Mijail, Karyna y Franz, por enseñarme a valorar las oportunidades que se presentan en la vida.

CONTENIDO

DECLARACIÓN……..II
CERTIFICACIÓN……III
AGRADECIMIENTO……..IV
DEDICATORIA……V
CONTENIDO……..VI
RESUMEN……XVI
PRESENTACIÓN……..XVII

CAPÍTULO 1
ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DEL PEAJE DE LA VÍA LOJA-CATAMAYO-AEROPUERTO

1.1 ANTECEDENTES……1

1.2 ESTRUCTURA FÍSICA……5

1.3 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PEAJE……8
1.3.1 FUNCIONAMIENTO DE LAS CABINAS DE COBRO…….. 9
1.3.2 MANEJO DE LA CONSOLA DE OPERADOR…….. 9
1.3.3 MANEJO DEL PROGRAMA IOADMIT……12
1.3.3.1 Ingreso al sistema……12
1.3.3.2 Módulo de administración y gestión……12
1.3.3.3 Parámetros de la empresa……13
1.3.3.4 Módulo de tarifas y valores……13
1.3.3.5 Módulo de usuarios del sistema…… 14
1.3.3.5.1 Funciones del módulo de usuarios…….. 14
1.3.3.6 Manejo de perfiles……15
1.3.3.7 Módulo de operadores……16
1.3.3.8 Módulo de auditoria……17
1.3.3.9 Módulo de turno……18
1.3.3.10 Módulo de transacciones……19
1.3.4 PERSONAL QUE LABORA EN LA ESTACIÓN DEL PEAJE……21
1.3.5 VEHÍCULOS EXONERADOS DE PAGO……21

1.4 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL PEAJE……22
1.4.1 DIFERENCIAS DE LA RECAUDACIÓN……22
1.4.2 CAUSAS DE LOS DESFACES DE LA RECAUDACIÓN……22
1.4.3 DAÑOS OCASIONADOS EN EL PAVIMENTO DEL PEAJE……23
1.4.4 ENLACE DE DATOS DEL GOBIERNO PROVINCIAL DE LOJA CON EL PEAJE……23

1.4.5 ESTADO ACTUAL DE LOS PERIFERICOS EN LA VÍA……..24
1.4.6 CONGESTION VEHICULAR EN EL PEAJE……..24
1.4.7 REQUERIMIENTOS DEL GOBIERNO PROVINCIAL DE LOJA……. 25

CAPÍTULO 2
ESTUDIO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TELE-PEAJE

2.1 INTRODUCCIÓN……26

2.2 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN TELE-PEAJES……27
2.2.1 *DEDICATED SHORT-RANGE COMMUNICATION* (DSRC)……28
2.2.1.1 Características de la tecnología DSRC……30
2.2.1.2 Factores básicos en las comunicaciones mediante DSRC……33
2.2.1.3 Aplicaciones según el alcance efectivo……33
2.2.1.4 Estándares……35
2.2.2 RFID (*Radio Frequency Identification*)……38
2.2.2.1 Sistemas con tecnología RFID……38
2.2.2.2 Modo de funcionamiento de la tecnología RFID……40
2.2.2.3 Formas de comunicación entre el Lector y la Etiqueta RFID……41
2.2.2.3.1 Comunicación con modulación Backscatter……41
2.2.2.3.2 Comunicación Tipo Transmisor……42
2.2.2.3.3 Comunicación Tipo Transpondedor……43
2.2.2.4 Frecuencia de operación de la Tecnología RFID……44
2.2.2.5 Tipos de etiquetas RFID……44
2.2.2.5.1 Etiqueta RFID Pasiva……44
2.2.2.5.2 Etiqueta RFID Activa……47
2.2.2.5.3 Etiqueta RFID Semi-activa……48
2.2.2.6 Características de las etiquetas RFID……50
2.2.2.7 Lector RFID……51
2.2.2.7.1 Componentes del lector RFID……52
2.2.2.8 Estándares……58

2.3 TIPOS DE TELE-PEAJE……61
2.3.1 TELE-PEAJE ALEMAN (*TOLL COLLECT*)……61
2.3.1.1 Inscripción……62
2.3.1.2 Tipos de registro……62
2.3.2 TELE-PEAJE ESPAÑOL (VIA-T)……65
2.3.2.1 Funcionamiento del sistema VIA-T……65
2.3.2.2 Instalación de la tarjeta VIA-T……67
2.3.2.3 Señalización en la autopista……68
2.3.2.4 Funcionamiento y formas de pago……68
2.3.3 TELE-PEAJE ITALIANO (TELEPASS)……69

2.3.3.1 Funcionamiento TELEPASS……69
2.3.3.2 Calcomanía TELEPASS……70
2.3.3.3 Contratación del sistema TELEPASS……70
2.3.3.4 Forma de pago……70
2.3.3.5 Requisitos para contratar el sistema TELEPASS……70
2.3.4 TELE-PEAJE ARGENTINO (SICTRANSCORE)……71
2.3.4.1 Equipos controlados en la vía……72

2.4 COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN LOS DIFERENTES TIPOS DE TELE-PEAJES……73

2.5 CONTROLADOR LÓLICO PROGRAMABLE (PLC)……74
2.5.1 ESTRUCTURA BÁSICA DE UN PLC……76
2.5.2 ELECCIÓN DEL PLC……77

2.6 CONTROLADOR DE AUTOMATIZACIÓN PROGRAMABLE (PAC)……78

CAPÍTULO 3
DISEÑO DEL SISTEMA DE TELE-PEAJE

3.1 TIPO DE TECNOLOGÍA……80

3.2 DISEÑO DEL TELE-PEAJE……82
3.2.1 SISTEMAS DEL TELE-PEAJE……84
3.2.1.1 Sistema DSRC……84
3.2.1.1.1 Requerimientos y características del Tag DSRC……86
3.2.1.1.2 Requerimientos y características del Lector DSRC……86
3.2.1.1.3 Requerimientos y características del programador de Tags DSRC……88
3.2.1.2 Sistema de Control de los Periféricos en la vía……89
3.2.1.2.1 Requerimientos y características de los clasificadores Automáticos de vehículos……91
3.2.1.2.2 Requerimientos y características de la pantalla de anuncios……91
3.2.1.2.3 Requerimientos y características del terminal de cobro……92
3.2.1.2.4 Requerimientos y características de la impresora de Ticket……92
3.2.1.2.5 Requerimientos y características de las Barreras……92
3.2.1.2.6 Requerimientos y características del semáforo……92
3.2.1.2.7 Requerimientos y características del PAC……93
3.2.1.3 Diseño del Sistema de Monitoreo……94

3.2.1.3.1 Requerimientos y características de la cámara de vigilancia……95
3.2.2 RED DE DATOS……96
3.2.2.1 Aplicaciones que se utilizarán en la red LAN y sus requerimientos……97
3.2.2.1.1 Requerimientos para la transmisión de voz……98
3.2.2.1.2 Requerimientos para la transmisión de video……99
3.2.2.1.3 Requerimientos para la transmisión de datos……100
3.2.2.2 Dimensionamiento de la capacidad del canal……101
3.2.2.3 Requerimientos y características del Router……103
3.2.2.4 Requerimientos y características del Switch……103
3.2.2.5 Requerimientos y características de las PCs de Escritorio……104
3.2.2.6 Requerimientos y características del Teléfono IP……105
3.2.2.7 Requerimientos y características del medio de transmisión……105
3.2.3 SERVIDORES……106
3.2.3.1 Requerimientos y Características del Servidor para el Sistema de Monitoreo……106
3.2.3.2 Requerimientos y Características del Servidor para el Sistema de Tele-peaje……109
3.2.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS……110
3.2.4.1 Selección de Equipos para el Diseño del Sistema DSRC……110
3.2.4.1.1 Dispositivo a Bordo TS3203/10B (básico)……111
3.2.4.1.2 La Antena para Vía Única TRX-1320……113
3.2.4.1.3 Programador de Tag DSRC OPS-1955……114
3.2.4.2 Selección de Equipos para el Diseño del Sistema de Control de los Periféricos en la Vía……115
3.2.4.2.1 Selección de la barrera de vía…… 115
3.2.4.2.2 Selección del semáforo vial…… 117
3.2.4.2.3 Selección de la caja de dinero…… 117
3.2.4.2.4 Selección de la impresora de ticket…… 118
3.2.4.2.5 Selección de la pantalla de anuncios…… 120
3.2.4.2.6 Selección del clasificador automático de vehículos……121
3.2.4.2.7 Selección del controlador de vía……122
3.2.4.3 Selección de Equipos para el Diseño del Sistema de Monitoreo……123
3.2.4.3.1 Selección de las cámaras de vigilancia IP…… 124
3.2.4.4 Selección de Equipos para la Red de Datos……130
3.2.4.4.1 Selección de las PCs…… 130
3.2.4.4.2 Selección del cableado…… 133
3.2.4.4.3 Selección del Router……134
3.2.4.4.4 Selección del Switch……135
3.2.4.4.5 Selección del teléfono IP…… 139
3.2.4.5 Selección de los Servidores……140
3.2.5 UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS……142

3.2.5.1 Ubicación de los Equipos del Sistema DSRC…….. 142
3.2.5.2 Ubicación de los Equipos del Sistema de Control de los Periféricos en la Vía…….....145
3.2.5.3 Ubicación de los Equipos del Sistema de Monitoreo……151
3.2.5.4 Ubicación de los Equipos de la Red de Datos…….....154
3.2.5.5 Ubicación de los Servidores…….....155
3.2.6 DIRECCIONAMIENTO IP……155
3.2.7 SOFTWARE……157
3.2.7.1 Software de programación del PAC…….....157
3.2.7.2 Software para el Sistema de Monitoreo……160

3.3 FUNCIONAMIENTO DEL TELE-PEAJE……160
3.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS……160
3.3.2 INSCRIPCIÓN DE LOS USUARIOS……161
3.3.3 FUNCIONAMIENTO DE LOS CARRILES MIXTOS…….....161
3.3.4 FUNCIONAMIENTO DE LOS CARRILES EXCLUSIVOS……162
3.3.5 MIGRACIÓN DEL PEAJE TRADICIONAL AL TELE-PEAJE……163

CAPÍTULO 4
PRESUPUESTO REFERENCIAL

4.1 INTRODUCCIÓN……164

4.2 COSTO DE LOS EQUIPOS……164
4.2.1 COSTO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DSRC……165
4.2.2 COSTO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE LOS PERIFÉRICOS EN LA VÍA……169
4.2.3 COSTO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE MONITOREO……172
4.2.4 COSTO DE LOS EQUIPOS DE LA RED DE DATOS……173
4.2.5 COSTO DE LOS SERVIDORES……174
4.2.6 COSTO DEL ENLACE DE DATOS DESDE EL GOBIERNO PROVINCIAL DE LOJA HASTA EL TELE-PEAJE DE LA VÍA LOJA-CATAMAYO-AEROPUERTO…….....175

4.3 COSTO TOTAL REFERENCIAL DE LA IMPLEMENTACIÓN……176

CAPÍTULO 5
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES……179

5.2 RECOMENDACIONES……181

BIBLIOGRAFÍA……183

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS……185

ANEXOS……187

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1 Ubicación del peaje en la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto…….. 2
Figura 1.2 Vista del peaje, en el sentido Catamayo – Loja……..8
Figura 1.3 Pantalla de ingreso o Espera……10
Figura 1.4 Pantalla de clave……10
Figura 1.5 Menú principal……10
Figura 1.6 Pantalla de confirmación de Salida del sistema……11
Figura 1.7 Clasificación de los vehículos en este caso Liviano……... 11
Figura 1.8 Pantalla de ingreso al sistema de peaje IoAdmit……12
Figura 1.9 Pantalla de Menú principal……12
Figura 1.10 Pantalla de datos generales de configuración del sistema…….. 13
Figura 1.11 Pantalla de tarifas y valores del sistema……14
Figura 1.12 Pantalla de Ingreso de datos de Usuario……...15
Figura 1.13 Pantalla de Manejo de Perfiles……15
Figura 1.14 Pantalla de Ingreso de datos de Operarios……16
Figura 1.15 Pantalla de ingreso de datos de Operadores……17
Figura 1.16 Pantalla datos de Auditoria……...18
Figura 1.17 Pantalla de Control en Tiempo Real……18
Figura 1.18 Pantalla para generar cierre de turno……19
Figura 1.19 Pantalla para generar Reporte Diario……...19
Figura 1.20 Pantalla de Transacciones del Sistema Manual 1…… 20
Figura 1.21 Pantalla de Transacciones del Sistema Manual 2…… 20
Figura 1.22 Pantalla de Transacciones del Sistema Manual 3…… 21

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 DSRC en tele-peajes…….. 29
Figura 2.2 Esquema de conexión de un Transceiver…… 30
Figura 2.3 Espectro de comunicación DSRC……...31
Figura 2.4 Capas de la tecnología DSRC……37
Figura 2.5 Esquema fundamental de un sistema de RFID…….. 39
Figura 2.6 Sistema simple RFID……40
Figura 2.7 Modulación Backscatter……42
Figura 2.8 Modelo general de conectividad……..42
Figura 2.9 Estado de bajo consumo en comunicación tipo transponder……43
Figura 2.10 Estado de activación en comunicación tipo transponder…… 43
Figura 2.11 Componentes de un transponder pasivo…….. 45
Figura 2.12 Componentes del microchip de una etiqueta RFID pasiva…… 46
Figura 2.13 Etiqueta RFID pasiva tipo mariposa……..47
Figura 2.14 Componentes de una etiqueta RFID activa……..48
Figura 2.15 Componentes de una etiqueta RFID semi-activa……49
Figura 2.16 Componentes de una etiqueta RFID SAW……51

Figura 2.17 Componentes de un lector de etiquetas RFID……52
Figura 2.18 Rango de la antena del lector RFID…… 56
Figura 2.19 Deformaciones y zonas muertas en el rango de lectura……...57
Figura 2.20 Dirección de oscilación de la antena del lector…… 57
Figura 2.21 Orientación de la antena con polarización lineal……58
Figura 2.22 Orientación de la antena con polarización circular……... 58
Figura 2.23 Tarjeta chip…….. 62
Figura 2.24 Equipo superpuesto (OBU, del inglés *On-Board Unit*)…… 63
Figura 2.25 Equipo para incrustar (OBU, del inglés *On-Board Unit*)…….. 64
Figura 2.26 (a) El vehículo se aproxima al tele-peaje a una velocidad máxima de 40 Km/h……66
Figura 2.26 (b) Antena y transmisor intercambian una señal y el sistema identifica al titular del dispositivo instalado en el vehículo……. 66
Figura 2.26 (c) El sistema carga el importe del peaje en la cuenta del abonado……66
Figura 2.26 (d) El semáforo se pone en verde y se abre la barrera…… 66
Figura 2.27 Tarjeta VIA-T…….. 67
Figura 2.28 Tarjeta VIA-T instalada…… 67
Figura 2.29 Señalización para vías exclusivas…….. 68
Figura 2.30 Señalización para vías mixtas……...68
Figura 2.31 Esquema general del tele-peaje…….. 72
Figura 2.32 Periféricos de una vía de peaje……72
Figura 2.33 Diagrama de Bloques del PLC……..75
Figura 2.34 Diagrama esquemático de una Entrada……..76
Figura 2.35 Diagrama esquemático de una Salida……. 77

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Diagrama del actual peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto……..80
Figura 3.2 Bosquejo del peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto visto desde arriba……..82
Figura 3.3 Bosquejo del Tele-peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto……. 83
Figura 3.4 Diagrama de bloques del Tele-peaje a diseñar (a)…… 83
Figura 3.5 Diagrama de bloques del Tele-peaje a diseñar (b)…… 84
Figura 3.6 Esquema del Sistema RFID…… 85
Figura 3.7 Distancias aproximadas del área de cobertura del lector DSRC…….. 87
Figura 3.8 Antena Lectora DSRC…… 87
Figura 3.9 Forma 3D del campo electromagnético de los distintos patrones…… 88
Figura 3.10 Esquema del Sistema de Control del Periférico en la vía en los carriles exclusivos de tele-peaje…….. 89
Figura 3.11 Esquema del Sistema de Control de los Periféricos en la vía en los carriles mixtos de tele-peaje……. 90
Figura 3.12 Esquema del Sistema de Monitoreo…… 94

Figura 3.13 Esquema de la Red de Datos……..97
Figura 3.14 Tamaño de las imágenes captadas por las cámaras IP sin audio…107
Figura 3.15 TS3203/10B (básico)……111
Figura 3.16 Antena para Vía Única TRX-1320……113
Figura 3.17 *Kapsch On Board Unit Programming Station* OPS-1955……114
Figura 3.18 Barrera 620 estándar……116
Figura 3.19 Semáforo Vial SF – 12L……117
Figura 3.20 Impresora EPSON TM-T58……118
Figura 3.21 Impresora térmica directa HP FK224AA……119
Figura 3.22 Pantalla de anuncios PROCELEC……120
Figura 3.23 Clasificador Automático de Vehículos ASIM TT295……121
Figura 3.24 Controlador SNAP-PAC-R1……122
Figura 3.25 Cámara TRENDNET **TV-IP522P**……124
Figura 3.26 Cámara TRENDNET **TV-IP252P**……125
Figura 3.27 Cámara D-LINK DCS-3410……126
Figura 3.28 Cámara D-LINK DCS-6410……128
Figura 3.29 HP 3000 Pro Intel Core 2 Duo E7500……132
Figura 3.30 Cable UTP Cat. 6 HUBBELL……133
Figura 3.31 Router Cisco 2801……134
Figura 3.32 Switch TRENDNET TPE-224WS……135
Figura 3.33 Switch D-LINK DES-3828P……137
Figura 3.34 Teléfono IP D-LINK DPH-150SE……139
Figura 3.35 Servidor HP ML350T06 E5504 LFF Entry Svr US……141
Figura 3.36 Ubicación de las antenas lectoras del Sistema DSRC……142
Figura 3.37 Zona de Comunicación con el Transceiver TRX1320A/E…… 143
Figura 3.38 Ubicación de la columna 1 y el Switch……144
Figura 3.39 Conexión de las Antenas Lectoras del Sistema DSRC…….. 144
Figura 3.40 Instalación del Tag DSRC……145
Figura 3.41 Ubicación de los Equipos del Sistema de Control de los Periféricos en la Vía……146
Figura 3.42 Ubicación de la cabina, display de usuario, cámara IP, semáforo y barrera para el carril 1 mixto del Tele-peaje……147
Figura 3.43 Ubicación de la cámara IP y del semáforo en el carril 2 exclusivo del Tele-peaje……148
Figura 3.44 Conexión de los periféricos en la vía con el Switch……148
Figura 3.45 Conexión de los periféricos en la vía con los módulos del PAC……150
Figura 3.46 Ubicación de los Equipos del Sistema de Monitoreo……151
Figura 3.47 Ubicación de las cámaras C1 y C2……152
Figura 3.48 Conexión del Sistema de Monitoreo……153
Figura 3.49 Diagrama de flujo de la Programación del PAC para carriles mixtos……158
Figura 3.50 Diagrama de flujo de la Programación del PAC para carriles exclusivos……159

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 Ejemplo del cálculo del CIF……166

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1 Comparación de DSRC/WAVE con varios sistemas wireless…… 32
Tabla 2.2 Características fundamentales de los DSRC…… 32
Tabla 2.3 Bandas de frecuencia, longitudes de onda y usos comunes…….. 56
Tabla 2.4 Tecnologías utilizadas por los diferentes tipos de tele-peajes…… 74
Tabla 2.5 Cuadro comparativo entre PLC, PAC y PC……..79

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 Capacidades del canal que poseen las imágenes captadas por una cámara de vigilancia IP…… 99
Tabla 3.2 Tamaño de las Informaciones……..101
Tabla 3.3 Especificaciones Técnicas del Dispositivo a Bordo TS3203/10B (básico)……112
Tabla 3.4 Especificaciones Técnicas de la Antena para Vía Única TRX-1320…..113
Tabla 3.5 Especificaciones Técnicas de Kapsch *On Board Unit Programming Station* OPS-1955…… 114
Tabla 3.6 Especificaciones Técnicas de la Barrera 620 estándar…….. 116
Tabla 3.7 Especificaciones Técnicas del Semáforo Vial SF-12L…… 117
Tabla 3.8 Especificaciones Técnicas de la impresora EPSON TM-T58…… 118
Tabla 3.9 Especificaciones Técnicas de la impresora térmica directa HP FK224AA……119
Tabla 3.10 Cuadro comparativo entre las impresoras de las marcas HP y EPSON……120
Tabla 3.11 Especificaciones Técnicas del Clasificador de Vehículos ASIM TT295……121
Tabla 3.12 Especificaciones Técnicas del Controlador SNAP-PAC-R1……..123
Tabla 3.13 Especificaciones Técnicas Cámara TRENDNET **TV-IP522P……..** 124
Tabla 3.14 Especificaciones Técnicas Cámara TRENDNET **TV-IP522P……..** 125
Tabla 3.15 Principales Características de la Cámara D-LINK DCS-3110…….. 127
Tabla 3.16 Principales Características de la Cámara D-LINK DCS-6410…….. 128
Tabla 3.17 Cuadro comparativo entre las cuatro cámaras de vigilancia IP……129
Tabla 3.18 Requerimientos del software AutoCAD 2010…….. 131
Tabla 3.19 Principales Características de HP 3000 Pro Intel Core 2 Duo E7500…… 132
Tabla 3.20 Principales Características del Cable UTP categoría 6 Marca HUBBELL……..... 133
Tabla 3.21 Principales Características del Router Cisco 2801……..... 134
Tabla 3.22 Principales Características del Switch TRENDNET TPE-224WS…… 136
Tabla 3.23 Principales Características del Switch D-LINK DES-3828P…… 137
Tabla 2.24 Cuadro comparativo entre los switches TRENDNET Y D-LINK……. 138
Tabla 3.25 Principales Características del Teléfono IP D-LINK DPH-150SE…… 140

Tabla 3.26 Principales Características del Servidor HP ML350T06……. 141
Tabla 3.27 Direccionamiento IP de los dispositivos del Tele-peaje……..... 156
Tabla 3.28 Clasificación de los diferentes tipos de vehículos…….. 160

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1 Tributos aplicables a pagar…….166
Tabla 4.2 Precio FOB de los Equipos del Sistema DSRC…… 167
Tabla 4.3 Cálculos del CIF de los equipos del Sistema DSRC…… 168
Tabla 4.4 Cálculo de los impuestos y del valor total
de los equipos del sistema DSRC…….. 169
Tabla 4.5 Periféricos que se adquirirán y los que se reutilizarán en el diseño…. 169
Tabla 4.6 Costo de cada periférico que se importará…… 170
Tabla 4.7 Cálculos del CIF de los equipos del sistema de control
de los periféricos en la vía…….. 171
Tabla 4.8 Cálculo de los impuestos y del valor total de los equipos
Importados del sistema de control de los periféricos en la vía……. 171
Tabla 4.9 Costos de los equipos del sistema de control de los
periféricos en la vía…….. 172
Tabla 4.10 Costos de los equipos del sistema de monitoreo……..... 173
Tabla 4.11 Costos de los equipos de la red de datos……..174
Tabla 4.12 Costos de los Servidores……175
Tabla 4.13 Costos de los enlaces de datos desde el Gobierno Provincial
de Loja hasta el Tele-peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto……176
Tabla 4.14 Costo total referencial de la implementación utilizando Internet…… 177
Tabla 4.15 Costo total referencial de la implementación
utilizando únicamente enlace de datos de 2MB…….. 178

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo brindar una solución tecnológica a los diversos problemas que actualmente afronta el peaje en la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto, para ello fue necesario realizar un estudio que permita analizar cada uno de los inconvenientes y falencias del peaje, para posteriormente brindar un solución mediante el diseño de un Tele-peaje.

Las falencias que se presentaron fueron: las diferencias en la recaudación de los dineros, daños ocasionados en el pavimento del peaje, la no existencia de un enlace de datos desde el Gobierno Provincial de Loja hasta el peaje, varios periféricos en la vía deteriorados y abundante congestión vehicular.

Para la solución de estos inconvenientes, fue necesario realizar también el estudio de las tecnologías DSRC y RFID que actualmente utilizan los Tele-peajes; así como también, el funcionamiento de cada uno de ellos.

El diseño se realizó teniendo en cuenta todas las falencias del actual peaje a fin de corregir las mismas; es decir, se utilizó la tecnología adecuada para impedir el mal funcionamiento del Tele-peaje. Así mismo, se reutilizaron los periféricos que estaban en buen estado disminuyendo de esta manera costos.

La tecnología que se escogió para el diseño del Tele-peaje fue DSRC, ya que brindaba mayores beneficios en cuanto a seguridad y distancia de lectura de los tags. Dentro del diseño se colocaron sensores no invasivos para la clasificación vehicular, evitando de esta manera colocar algún sensor en el pavimento de la vía; además, se adicionó un sistema de vigilancia IP que permita brindar seguridad al Tele-peaje.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto brinda una solución tecnología, mediante el diseño de un tele-peaje a los diversos problemas que presenta el actual peaje en la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto. Este proyecto consta de cinco capítulos.

El capítulo uno aborda la descripción del estado actual del peaje en la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto, sus antecedentes y estructura física.

El capítulo dos trata sobre tipos de tecnologías que utilizan los tele-peajes, éstas son DSRC y RFID, así como estándares y normas en las que se basó el diseño del sistema.

En el capítulo tres se realiza el diseño del sistema de tele-peaje para la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto y se seleccionan los equipos necesarios que se utilizarán para una posible implementación; así como también, se escogen algunos equipos en buen estado del actual peaje que se reutilizarán en el presente proyecto.

En el capítulo cuatro se determina un presupuesto referencial para la posible implementación del proyecto.

En el capítulo cinco se dan a conocer las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas del presente proyecto de titulación.

CAPÍTULO 1
ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DEL PEAJE DE LA VÍA LOJA-CATAMAYO-AEROPUERTO

1.1 ANTECEDENTES[1]

La Provincia de Loja se encuentra ubicada al sur del Ecuador, limita al norte con las Provincias de El Oro y Azuay, al sur con la República de Perú; al este con la Provincia de Zamora Chinchipe y al oeste con la Provincia de el Oro y Perú. Tiene 404.835 habitantes en toda su provincia, 175.077 habitantes en el cantón de Loja y 118.532 habitantes en la Ciudad de Loja. Además posee 16 cantones que son: Loja, Calvas, Catamayo, Chaguarpamba, Celica, Espíndola, Gonzanamá, Macará, Paltas, Puyango, Saraguro, Sozoranga, Zapotillo, Pindal, Quilanga y Olmedo.

Su clima es templado andino, a excepción de los meses de junio y julio, donde su clima cambia a templado, con temperaturas que fluctúan entre los 16 y 21^{o}C. La época de mayor estiaje es en octubre, noviembre y diciembre.

Loja se conecta por vía terrestre con el Norte del país por medio de la carretera Panamericana, que cruza la Sierra pasando por Cuenca hasta Quito, llegando a la frontera con Colombia; con el Occidente y la Costa Ecuatoriana por la ciudad de Machala. Con el Oriente por Zamora y hacia el Sur por Macará y Huaquillas hasta el Perú. Por vía aérea a través de la compañía TAME que presta sus servicios en Loja, en las rutas Loja-Quito-Loja y Loja-Guayaquil-Loja.

La Provincia de Loja cuenta actualmente con un solo aeropuerto ubicado en el Cantón Catamayo y un peaje ubicado a pocos Kilómetros de este Cantón como indica la Figura 1.1, por el peaje circulan aproximadamente 3400 vehículos diarios.

[1] Referencia: http://www.loja.gov.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=44&Itemid=130

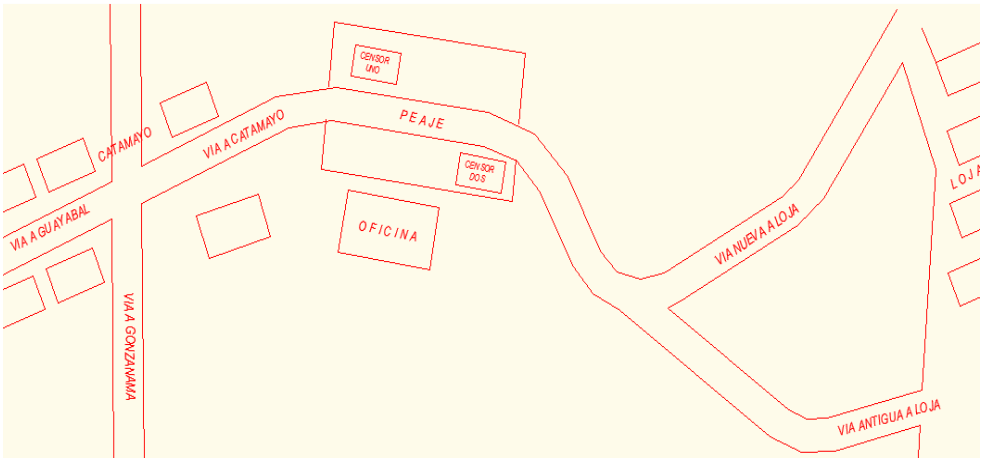


Figura 1.1 Ubicación del peaje en la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto[2]

El Gobierno Provincial de Loja, suscribió un convenio con el Ministerio de Obras Públicas de delegación vial, incluido la administración del peaje, en el mes de marzo del 2006, Según el ***"ACTA DE ENTREGA RECEPCIÓN DE LOS BIENES EXISTENTES EN LA ESTACIÓN DE PEAJE LOJA-CATAMAYO ENTRE EL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y EL H. CONSEJO PROVINCIAL DE LOJA".***

Haciendo referencia a esta acta, el Ministerio de Obras Públicas entregó al Honorable Consejo Provincial de Loja lo siguiente:

BIENES INMUEBLES:

- Caseta de control: compuesta de una oficina, un dormitorio, un baño completo y una bodega.
- Dos cabinas de cobro.
- Cubierta de Estructura Metálica y sus respectivas luminarias.
- Una caseta de vigilancia policial que consta de una habitación doble, un baño completo y un calabozo.

CASETA DE CONTROL: Ubicada a la izquierda del peaje en el sentido Loja-Catamayo, donde se ubica:

- Un CPU Pentium II, con drive de $3^{1/2}$, CD-ROM marca ACER y CD *Writer* marca SAMSUNG. s/n.

[2] Planimetría del Peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto

- Un monitor SAMSUMG *Sync Master* 700s de 17", color. Serie HMAJ700746T.
- Una impresora matricial Epson Fx-1180. Serie A2SY055579.
- Un teclado Genius para Windows 95. Serie ZM5527022190.
- Un mouse Genius Serie 98262388.
- Un parlante TAT SP-80.
- Un parlante serie KC98049782.
- Dos intercomunicadores. Radiosharp s/n.
- Un procesador OPTO 22. Serie G4PS245A.
- Sistema CTV serie 32-3029.

SEÑALIZACIÓN DE LA ESTACIÓN: Consta de:

- Dos letreros de identificación de estación y tarifa.
- Dos letreros preventivos de aproximación a la estación: 600 mts.
- Un letrero preventivo de aproximación a la estación: 200 mts.
- Seis letreros preventivos tipo rombo.
- Dos letreros preventivos "despacio" rectangular
- Un letrero preventivo no rebasar.
- Dos reductores de velocidad.

EQUIPO DE VÍA:

- Dos cámaras de video s/n.
- Diez lámparas de iluminación vial, con postes metálicos.
- Cuatro barreras automáticas marca FAAC de 1.2 seg. de salida. (carril No. 1 serie 05030009; carril central ingreso serie 05950021; carril central salida serie 05950022; carril No. 4 serie 04950028).
- Cuatro semáforos s/n.
- Cuatro barreras de aluminio de control color blanco y rojo, s/n.

CABINA UNO: Se encuentra ubicada en el primer carril de la izquierda en el sentido Loja- Catamayo, dispone de:

- Un CPU Compac con driver de $3^{1/2}$ y unidades de CD-ROM para cabina de cobro, serie 288374-002.
- Un mouse Genius serie 106455507940.
- Un intercomunicador, s/n.
- Un monitor de 15" VGA LG serie 504MXWE1G945.
- Una impresora para recibos Epson TM-U200PD. Serie FFFg101490. Modelo M1884.
- Un teclado marca Genius. Modelo K639.
- Un regulador de voltaje TRIPP LITE, Modelo LS604AX. Serie U0179037.
- Un regulador de voltaje TRIPP LITE, Modelo LS604AX. Serie 96-903.

CABINA DOS: Su ubicación es en el tercer carril del peaje tomando como referencia el sentido Loja- Catamayo, dispone de:

- Un CPU Pentium II, con driver de $3^{1/2}$ y CD-ROM s/n.
- Un mouse Genius serie 108916701333
- Un intercomunicador, s/n.
- Un monitor de 15" LG serie 504MXGL1G945.
- Una impresora para recibos Epson TM-U220PA serie FFFG100566.
- Un teclado marca Genius serie ZM2C00069151.
- Un regulador de voltaje TRIPP LITE, Modelo LS604AX. Serie U0 179064.

OTROS:

- Un medidor de luz trifásico No. 3-1653.
- Un medidor de agua de ½" No.ISO-4064.
- Tres transformadores de luz No. 9302; 9303 y 9304.

EQUIPO DE BODEGA:

- Un generador eléctrico BROADCROWN, a diesel, con motor marca YANMAR DIESEL ENGINE serie 41006, Modelo 4TNE84-G1A.

Luego de recibir el peaje, el H. Consejo Provincial de Loja hizo un contrato con la empresa PROCELEC para que lo automatizara, por un monto de 68100,94

dólares americanos, siendo el sistema de esta empresa el que en la actualidad se utiliza en el peaje.

1.2 ESTRUCTURA FÍSICA

Una vez que el Honorable Consejo Provincial de Loja se hiciera cargo del peaje, se realizaron algunas modificaciones en su estructura; estos cambios se debieron a que el peaje era totalmente manual, por tal razón se lo automatizó parcialmente, colocándose fibras ópticas bajo la superficie de la carretera para identificar el tipo de vehículo, así como también se instaló en las dos cabinas de cobro una consola que permite controlar las barreras colocadas en la carretera; así mismo, se ubicó un sistema de monitoreo que sirve para vigilancia y control permanente de las actividades del peaje. En cuanto a los bienes inmuebles no se modificó nada, quedando con la misma distribución.

Según el CONTRATO NRO. 862-DPS-2007 que se titula ***"CONTRATO QUE SE CELEBRA ENTRE EL H. CONSEJO PROVINCIAL DE LOJA Y COMPAÑIA PROCELEC CIA. LTDA."*** El actual peaje posee:

DOS CONSOLAS DE OPERADOR: La estructura interna de cada consola es propia de la Compañía PROCELEC y se compone de las siguientes partes:

- **Terminal de operador,** sus principales características son interfaz gráfica programable, pantalla "*touch screen*" tipo análoga resistiva libre, capacidad de importar bitmaps, resolución mínima 128 x 24 pixel, NEMA 4, dimensión mínima 75 mm diagonal, fuente de poder incluida memoria de 384 KB, puertos RS485 de 115,2 kbps min, su estructura es compacta y durable. Marca: AROMAT (PANASONIC).

- **Impresora de tickets,** es térmica, posee una velocidad de impresión regulable de 50 a 150 mm/s, su temperatura de operación es de 0°a 55°C, los caracteres y *fonts* alfanuméricos son definibles, tiene capacidad de

impresión de códigos de barra, el ancho del papel 60 mm, acepta rollos de papel de hasta 150 mm de diámetro. Marca: FENIX INVICO TK41.

- **Controlador de vía,** es un controlador autónomo industrial con procesador I/O incluido, con doble puerto *Ethernet* 10/100 Mbps independientes para conexión redundante, puerto serial RS-232 para comunicación vía modem usando PPP, programable para control e interfaz hombre máquina (HMI), provee comunicaciones y control en tiempo real, con entradas y salidas digitales para control de equipos, fuentes de poder lineales. Marca: OPTO22.

- **Intercomunicador,** para cabina con operación manos libres, botón de llamada a central y control de volumen.

- **Caja de dinero,** *cash drawer* con puerto de apertura remota, empotrada en el gabinete de la consola de operador.

DOS DETECTORES DE PROXIMIDAD DE VEHÍCULOS, éstos cuentan con un sensor de masa metálica inductivo monocanal, que incluye espira de piso. Marca: FAAC FG1.

DOS DISPLAYS DE USUARIO, son alfanuméricos con LEDs de alto brillo, para exteriores, las dimensiones de estos *displays* son 100 cm de ancho por 15 de alto. Marca: PROCELEC.

TRES CLASIFICADORES AUTOMÁTICOS DE VEHÍCULOS, con sensores de fibra óptica, loop magnético, tarjetas ópticas de control, comunicación con el controlador de vía y red Ethernet. Marca SENSORLINE.

SOFTWARE DE CONTROL Y AUDITORIA, posee funciones de cobro, interfaz con unidad de control de vía, interfaz gráfica amigable, muestra en el *display touch screen* el valor a cobrar, clasificación del vehículo, hora, fecha, estado de la vía, estado de la barrera y estado de los semáforos. Opera en la red Ethernet con

y sin conexión con el servidor, con algoritmos de restitución automática de enlace y transferencia de datos.

RED DE COMUNICACIÓN, ésta es *Fast Ethernet* con cableado UTP categoría 6e.

RED DE ALIMENTACIÓN DE FUERZA, es una red de alimentación regulada para equipamiento de cada cabina, con cable de cobre mínimo 12 AWG THHN[3].

TRES CÁMARAS DE VIDEO, cámaras a color 1/3 CCD, autoiris alta resolución mm 470TVL, con fuente, carcasa de protección para exterior y lente varifocal autoiris de 2.8 a 10 mm variable. Marca PELCO.

COMPUTADOR SERVIDOR DE DATOS, tiene un procesador Pentium IV de 2,8Ghz/800Mhz, 2 Gb de memoria RAM DDR 400, Mainboard Intel, dos discos duros de 300 Gb Maxtor, combo DVD-Writer 16x/CD-Writer 52x12x52, tarjeta de video ATI de 128 Mb AGP/PCI expres, monitor Samsung 15" LCD, mouse, teclado y Sistema Operativo Windows XP profesional.

COMPUTADOR PARA SUPERVISIÓN Y AUDITORÍA, tiene un procesador Pentium IV de 2,8Ghz/800Mhz, 2 Gb de memoria RAM DDR 400, Mainboard Intel, dos discos duros de 300 Gb Maxtor, combo DVD-Writer 16x/CD-Writer 52x12x52, tarjeta de video ATI de 128 Mb AGP/PCI expres, monitor Samsung 15" LCD, mouse, teclado y Sistema Operativo Windows XP profesional.

GRABADOR DE VIDEO DIGITAL, posee cuatro canales, graba 30 imágenes por segundo y tiene la propiedad de grabar por detección de movimiento, almacenamiento 12Gb en HDD, capacidad de grabar y reproducir al mismo tiempo. Marca: MACALLY SECURITYMAN.

---

[3] AWG *(American Wire Gauge):* El calibre de alambre estadounidense es una referencia de clasificación de diámetros.

THHN *(Thermoplastic High Heat-resistant Nylon-coated):* termoplástico de alta resistencia al calor recubierto de nylon, es adecuado para lugares secos y húmedos.

IMPRESORA, laser blanco/negro, 30 pag/min 600x600 dpi. Marca HP 1320.

HARDWARE DE NETWORKING, incluye un rack cerrado para montaje en la pared de 19" de ancho, con espacios específicos para el Switch, y otros equipos de *networking* como Routers.

FUENTE DE PODER ININTERRUMPIDA, UPS de respaldo de todo el sistema, con un mínimo de 5KVA, autonomía mínimo 20 minutos a 75% de carga, bypass electrónico interno, supresor de transientes industrial. Marca TRIPLETE.

SWITCH, de 12 puertos, 10/100/1000 Base TX, Administrable, super *Stack* III, *Layer* III. Marca 3Com.

TRES INTERCOMUNICADORES, tipo contestador principal.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PEAJE

Figura 1.2 Vista del peaje, en el sentido Catamayo – Loja[4]

En la actualidad, el sistema instalado en la estación del peaje contabiliza los vehículos que transitan por la estación y el total de dinero recaudado en cada turno. Este sistema es completamente cerrado; es decir, únicamente la empresa PROCELEC puede dar mantenimiento al peaje, complicando de esta manera su correcto funcionamiento.

[4] Todas las imágenes del peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto fueron tomadas por el autor

El sistema del peaje cuenta con la propiedad de filmar en tiempo real y tomar fotografías de los vehículos que pasan por los tres carriles, recurso que no es aprovechado para nada ya que el video y las fotografías se almacenan en una computadora HP Pentium II (ubicada en la oficina central del peaje), la misma que debido a que no solamente es utilizada para dicha función sino también para trámites administrativos colapsa obligando al Técnico Administrativo de turno a reiniciarla hasta cuatro veces al día.

Por otro lado, al término de cada semana un ingeniero en sistemas del Gobierno Provincial de Loja, viaja al peaje para obtener las fotografías y los videos que fueron almacenados y las lleva de regreso a Loja, se realiza esta tarea porque en la actualidad no existe ninguna conexión para transmisión directa de datos desde el peaje hasta el Gobierno provincial de Loja, únicamente existe un enlace satelital que provee de Internet al peaje.

1.3.1 FUNCIONAMIENTO DE LAS CABINAS DE COBRO:

Las dos cabinas de cobro cuentan con una pantalla táctil y una impresora de ticket, su funcionamiento es el siguiente:

Al pasar un vehículo por el carril del peaje, la recaudadora observa el vehículo y presiona en la pantalla táctil la categoría del mismo, imprimiéndose automáticamente el ticket que posteriormente se entrega al conductor previo al pago que éste realiza.

Las fotografías de los vehículos son tomadas en el instante en el que la recaudadora presiona la pantalla táctil para imprimir el ticket.

1.3.2 MANEJO DE LA CONSOLA DE OPERADOR[5]

Una vez encendida la consola, el sistema ingresará a la pantalla que se muestra a continuación (ver Figura 1.3).

[5] Referencia: Manual de usuario entregado por la empresa PROCELEC al H. Consejo Provincial de Loja.

Figura 1.3 Pantalla de ingreso o Espera[4]

El usuario dará clic en la parte azul inferior (botón ingresar) para desplegar la pantalla de ingreso de contraseña.

El operador del sistema debe ingresar la contraseña previamente asignada, mediante el teclado numérico y presionar el botón [ENT], la contraseña es un número de 4 dígitos como máximo, como se indica en la Figura 1.4.

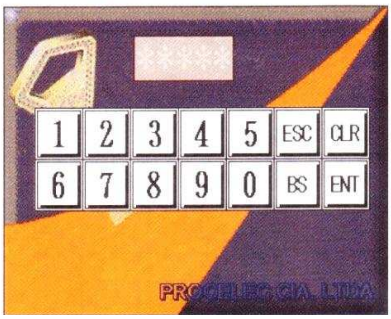


Figura 1.4 Pantalla de clave[4]

Si la contraseña es correcta el sistema ingresará a la siguiente pantalla con el menú principal, (ver Figura 1.5).

Figura 1.5 Menú principal[4]

El menú principal se subdivide en:

Área de Clasificación.

- Vehículos: los cuales se clasifican en cuatro categorias
  - Livianos.
  - Pesados 2 Ejes.
  - Pesados 3 Ejes.
  - Extra Pesado.

Área de Cierre de Turno

Si el operador necesita salir del sistema o cerrar su turno elegirá la opción de salir de la parte inferior de color rosa. La cual activa una pantalla de confirmación, como la que se muestra en la siguiente Figura:

Figura 1.6 Pantalla de confirmación de Salida del sistema[4]

El operador seleccionará **Si** en el momento que va a cerrar el Turno; si por equivocación el operador digita **Si**, inmediatamente saldrá una pantalla *de* confirmación del cierre de turno, en este caso el operador deberá seleccionar **No** para regresar al Menú Principal.

Figura 1.7 Clasificación de los vehículos en este caso Liviano[4]

Luego de identificar el vehículo, se procederá a digitar **Abrir la barrera** momento en el cual se emitirá un ticket para ser entregado al usuario (ver Figura 1.7). Si la

clasificación fue errada procederá a digitar **Cancelar** con lo cual regresará al menú principal.

1.3.3 MANEJO DEL PROGRAMA IOADMIT [3]

Este software brinda facilidades en la administración y gestión del peaje, ya que permite mediante una base de datos llevar a diario la contabilidad de la recaudación, además posee facilidad para crear perfiles de usuario, para administradores y recaudadores, como se explicará posteriormente.

1.3.3.1 Ingreso al sistema

Figura 1.8 Pantalla de ingreso al sistema de peaje IoAdmit[4]

Previo a acceder al sistema de peaje IoAdmit se debe ingresar usuario, contraseña y dar clic sobre el botón **Login.**

1.3.3.2 Módulo de administración y gestión

Figura 1.9 Pantalla de Menú principal[4]

La pantalla de Menú Principal permitirá navegar a través de las opciones que IoAdmit administra.

1.3.3.3 Parámetros de la empresa

Mediante este módulo, se configuran los datos de la empresa o razón social, la cual concesiona la estación de peaje. Esta información se refleja dentro de los reportes, pantallas y tickets de cobro que genera el sistema.

Cabe notar que la información ingresada está validada acorde a los requerimientos del Servicio de Rentas Internas.

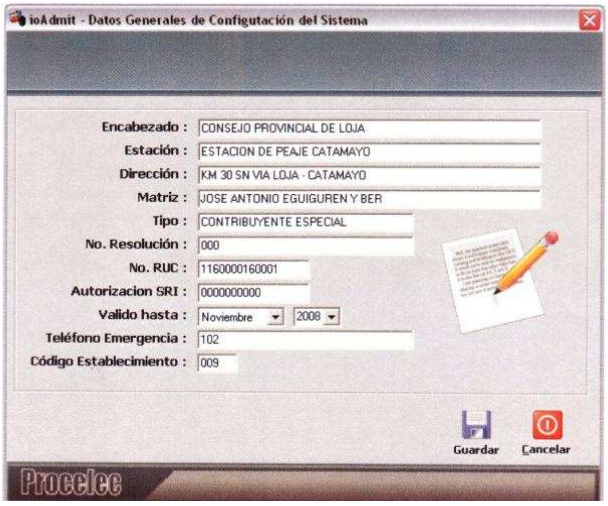


Figura 1.10 Pantalla de datos generales de configuración del sistema[4]

1.3.3.4 Módulo de tarifas y valores

El módulo de tarifas describe las categorías y sus respectivos valores de cobro, hasta un máximo de diez categorías; además, es posible colocar el porcentaje de IVA (Impuesto de valor agregado) a cobrarse en los tickets de cobro.

Todos estos ingresos y cambios de categorías son monitorizados por medio de la auditoria del sistema, que determinará fecha, hora y persona responsable de dichos cambios.

Como muestra la Figura 1.11 solamente será necesario ingresar la información de las categorías; y, para terminar el proceso, se requiere dar clic sobre el botón **Guardar**, en caso que se desee cancelar es preciso dar clic en el botón **Cancelar**.

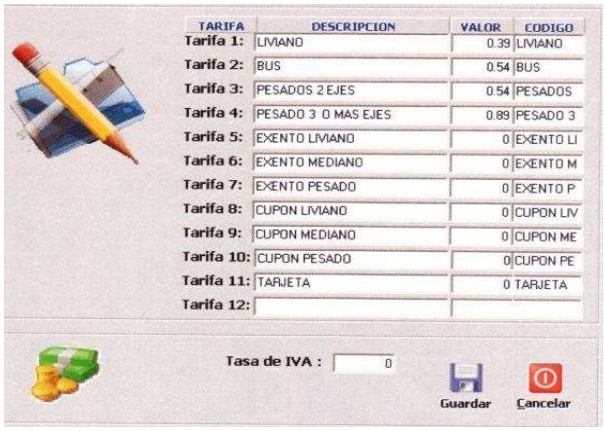


Figura 1.11 Pantalla de tarifas y valores del sistema[4]

1.3.3.5 Módulo de usuarios del sistema

El ingreso, modificación, eliminación y bloqueo de usuarios se lo realiza a través de este módulo. Usuarios son aquellos que ingresan únicamente al sistema Administrativo y de Gestión; es decir, no podrán ingresar con su clave y usuario al sistema de Recaudación Vial.

1.3.3.5.1 Funciones del módulo de usuarios

Creación de un nuevo usuario, para realizar esta función es necesario dar clic sobre el botón **Nuevo.**

Eliminación de un usuario, para realizar esta acción se escoge el usuario a eliminar, posteriormente se da clic sobre el botón de **Eliminar,** esta acción se realizará únicamente si el usuario no ha elaborado operaciones dentro del sistema, ya que no se puede perder el historial de un usuario en el tiempo.

Modificación de los datos de un usuario, para realizar esta acción se escoge el usuario a cambiar para luego dar clic sobre el botón de **Modificar.** Esto permitirá

cambiar claves, datos e incluso bloquearlo para que no pueda ingresar al sistema a manera de una eliminación lógica y no física, dentro de los registros del sistema.

Figura 1.12 Pantalla de Ingreso de datos de Usuario[4]

1.3.3.6 Manejo de perfiles

IoAdmit, permite manejar varios perfiles de usuario. En bases a las necesidades se otorgará o quitará el acceso a los diferentes módulos del sistema; para ello basta con escoger el perfil y el módulo, se desplegarán las diferentes opciones que el módulo posee y también aquellas opciones asignadas ya al perfil, como se muestra en la Figura 1.13.

Se debe tener en cuenta que en este software, al momento de crear un usuario se lo clasifica en un perfil determinado (Administrador, Supervisor, Auditor, Recaudador, etc.), lo que establecerá las opciones que el usuario podrá administrar y manipular dentro del sistema.

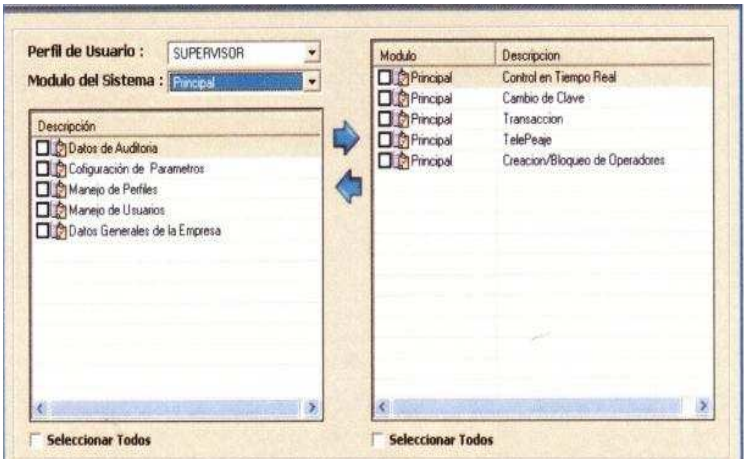


Figura 1.13 Pantalla de Manejo de Perfiles[4]

1.3.3.7 Módulo de operadores

En la Figura 1.14, se puede observar claramente cómo se enlista la nómina de todos los operadores habilitados para acceder al sistema de recaudación vial, para registrarse dentro de este sistema se debe dar clic sobre el botón de **Guardar**; si se desea hacer modificaciones de los datos de uno o varios operadores como son nombre, clave o bloquearlos, se debe acceder al módulo de ingreso de operadores, para ello se da clic sobre el botón de **Operador**.

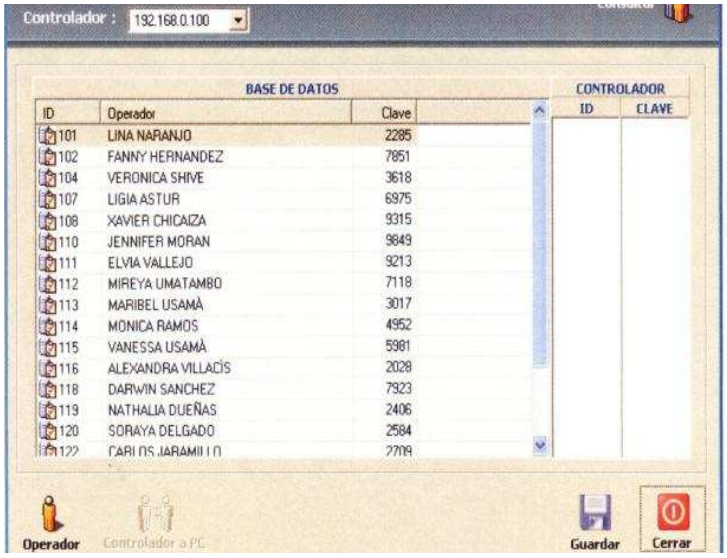


Figura 1.14 Pantalla de Ingreso de datos de Operarios[4]

Ingreso de datos de operadores, el ingreso, modificación, eliminación y bloqueo de operadores se lo realiza a través de este módulo; Operadores son aquellos que ingresan únicamente al sistema de Recaudación Vial.

Creación de un nuevo Operador, para realizar esta función es necesario dar clic sobre el botón **Nuevo.**

Eliminación de un Operador, se escoge el operador a eliminar para luego dar clic sobre el botón **Eliminar,** esta acción se ejecuta únicamente si el operador no ha realizado operaciones dentro del sistema, ya que no se puede perder el historial de un operador en el tiempo.

Modificación de los datos de un operador, se escoge el operador a cambiar, para luego dar clic sobre el botón **Modificar.** Esta opción permitirá cambiar claves, datos e incluso bloquear dicho operador para que no pueda ingresar al sistema a manera de una eliminación lógica y no física, dentro de los registros del sistema.

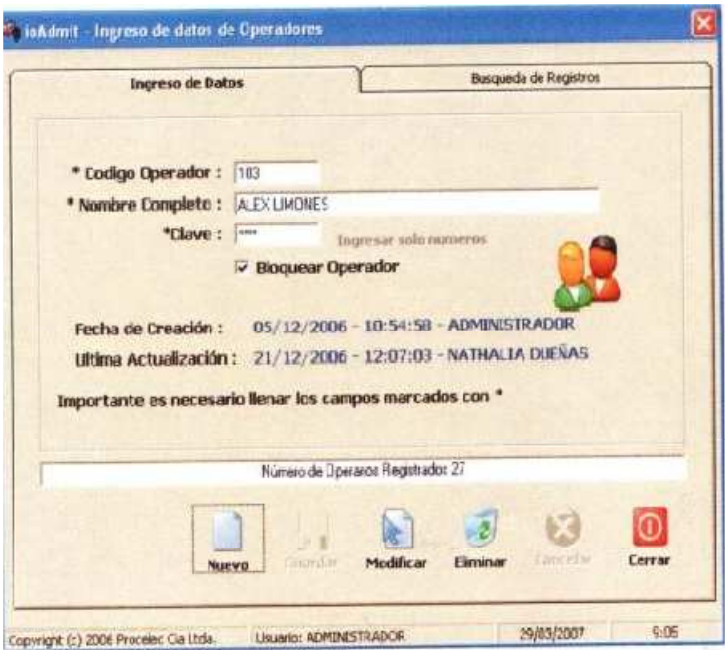


Figura 1.15 Pantalla de ingreso de datos de Operadores[4]

1.3.3.8 Módulo de auditoria

Este módulo permite mantener un registro de todas las operaciones que se realizan dentro del sistema; para ello se registran fecha, hora, acción y un detalle de las operaciones realizadas dentro de los diferentes módulos del sistema.

Para utilizarlo bastará con escoger el usuario y establecer un rango de fechas a verificar; se da clic sobre el buscador y se enlistarán todas aquellas acciones realizadas dentro del periodo especificado, pudiéndose exportarlas a Microsoft Excel, para ello se debe dar clic en el botón **Abrir en**, este módulo determinará responsabilidades en los cambios o ingresos que se realicen dentro del sistema. El botón **Reporte** genera un formato listo para imprimirse del listado de acciones realizadas por un usuario en un periodo de tiempo determinado.

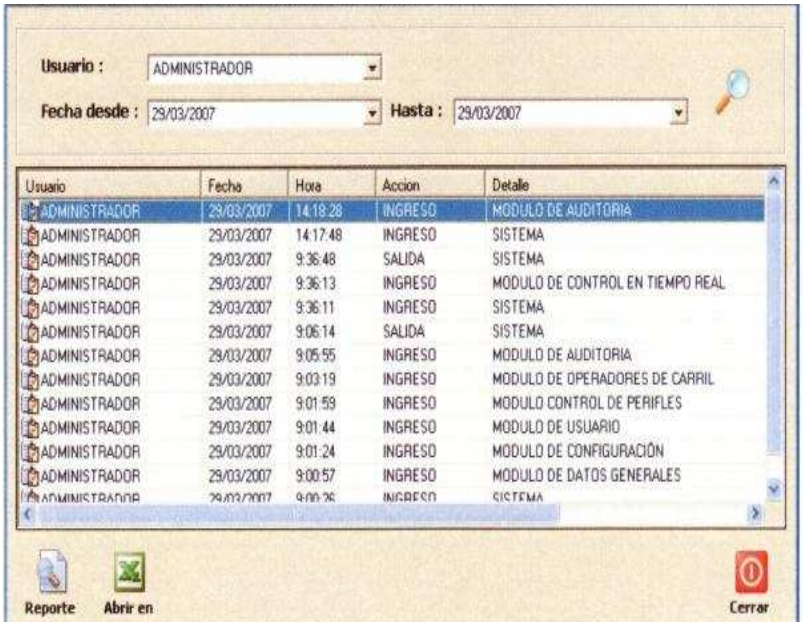


Figura 1.16 Pantalla datos de Auditoria[4]

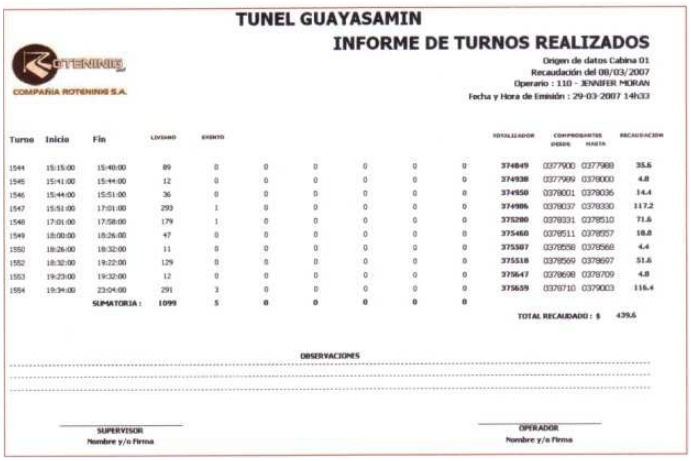
1.3.3.9 Módulo de turno

El módulo de turno es la herramienta que el Supervisor de la estación utilizará al momento de realizar el cierre de caja, tanto por turnos, como por recaudación diaria.

Figura 1.17 Pantalla de Control en Tiempo Real[4]

Generar cierre de turno, para generar un cierre de caja por carril y cajero es necesario ubicarse en la fecha de la recaudación, escoger la cabina y el operador que la realizó, esto se lo hace con el fin de dar clic sobre el botón **Reporte del Turno** obteniendo el siguiente formato (ver Figura 1.18); el mismo que se

encuentra listo para impresión y consignación de valores y de firmas de responsabilidad de dicha recaudación.



TUNEL GUAYASAMIN

INFORME DE TURNOS REALIZADOS

COMPAÑIA ROTENNINS S.A.

Origen de datos Cabina 01
Recaudación del 08/03/2007
Operario : 110 - JENNIFER MORAN
Fecha y Hora de Emisión : 29-03-2007 14h33

Turno	Inicio	Fin											
1544	15:15:00	15:40:00	89	0	0	0	0	0	0	374849	0377900	0377988	35.6
1545	15:41:00	15:44:00	12	0	0	0	0	0	0	374938	0377909	0378000	4.8
1546	15:44:00	15:51:00	36	0	0	0	0	0	0	374950	0378001	0378036	14.4
1547	15:51:00	17:01:00	293	1	0	0	0	0	0	374986	0378037	0378330	117.2
1548	17:01:00	17:58:00	179	1	0	0	0	0	0	375280	0378331	0378510	71.6
1549	18:00:00	18:26:00	47	0	0	0	0	0	0	375460	0378511	0378557	18.8
1550	18:26:00	18:32:00	11	0	0	0	0	0	0	375507	0378558	0378568	4.4
1552	18:32:00	19:22:00	129	0	0	0	0	0	0	375518	0378569	0378697	51.6
1553	19:23:00	19:32:00	12	0	0	0	0	0	0	375647	0378698	0378709	4.8
1554	19:34:00	23:04:00	291	3	0	0	0	0	0	375659	0378710	0379003	116.4
		SUMATORIA :	1099	5	0	0	0	0	0				

TOTAL RECAUDADO : $ 439.6

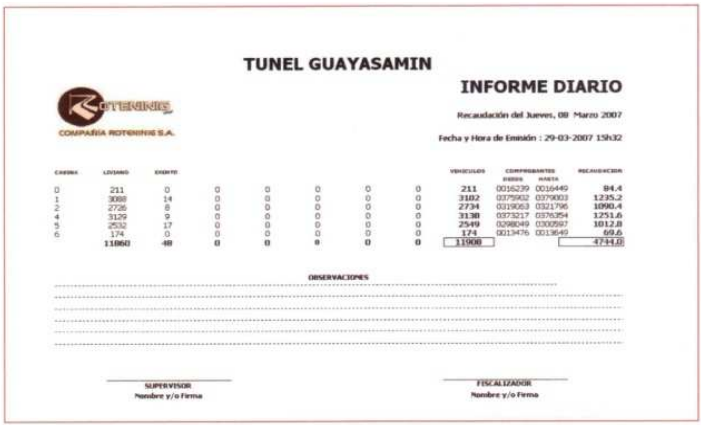
OBSERVACIONES

SUPERVISOR
Nombre y/o Firma

OPERADOR
Nombre y/o Firma

Figura 1.18 Pantalla para generar cierre de turno[4]

Generar reporte diario, para generar un reporte de recaudación diario que no es sino el resumen de los valores recaudados en un día en sus diferentes turnos, es necesario ubicarse en la fecha de la recaudación y dar un clic sobre el botón **Reporte Diario** obteniendo el siguiente formato (ver Figura 1.19), el mismo que se encuentra listo para la impresión y consignación de valores y de firmas de responsabilidad de dicha recaudación.



TUNEL GUAYASAMIN

INFORME DIARIO

COMPAÑIA ROTENNINS S.A.

Recaudación del Jueves, 08 Marzo 2007

Fecha y Hora de Emisión : 29-03-2007 15h32

CABINA	LOVANO	EXENTO						VEHICULOS	COMPROBANTES DESDE	COMPROBANTES HASTA	RECAUDACION
0	211	0	0	0	0	0	0	211	0016239	0016449	84.4
1	3088	14	0	0	0	0	0	3102	0375902	0379003	1235.2
2	2726	8	0	0	0	0	0	2734	0319063	0321796	1090.4
4	3129	9	0	0	0	0	0	3138	0373217	0376354	1251.6
5	2532	17	0	0	0	0	0	2549	0298949	0302967	1012.8
6	174	0	0	0	0	0	0	174	0013476	0013649	69.6
	11860	48	0	0	0	0	0	11908			4744.0

OBSERVACIONES

SUPERVISOR
Nombre y/o Firma

FISCALIZADOR
Nombre y/o Firma

Figura 1.19 Pantalla para generar Reporte Diario[4]

1.3.3.10 Módulo de transacciones

Recaudación diaria, esta función enlista todas las transacciones que se generan en un día determinado, esta información puede ser exportada a Excel por medio

del botón **Abrir en**, enviada por correo electrónico por medio del botón **Email,** y dando cumplimiento a las ordenanzas del Servicio de Rentas Internas, se genera un archivo XML correspondiente al anexo detallado de ventas dando un clic sobre el botón **Anexo** (ver Figura 1.20).

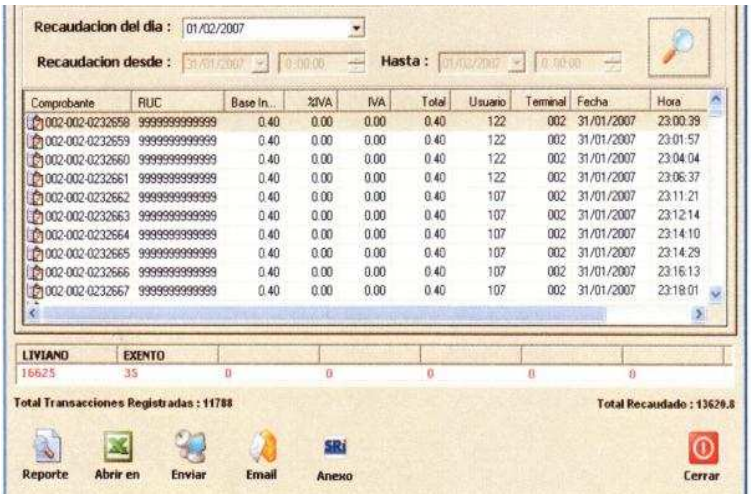


Figura 1.20 Pantalla de Transacciones del Sistema Manual 1[4]

Recaudación por comprobantes, esta función enlista todos los comprobantes realizados en un carril dentro de un rango determinado (ver Figura 1.21).

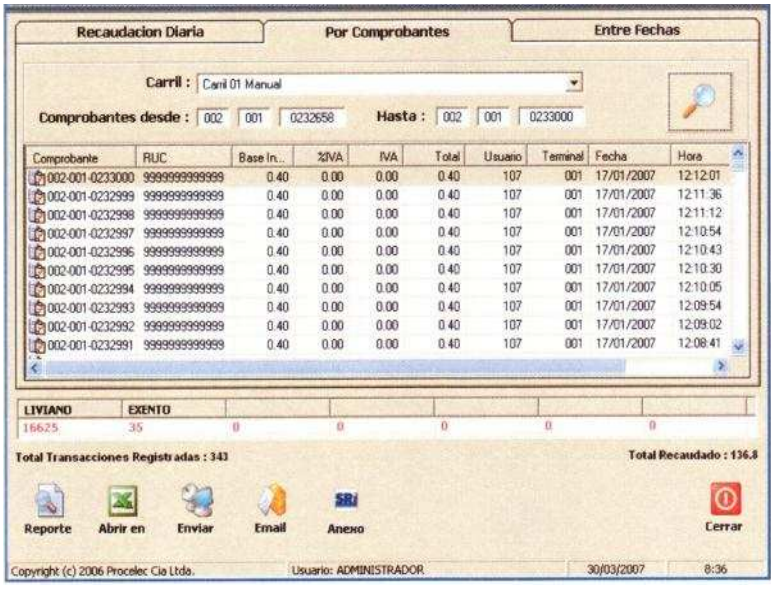


Figura 1.21 Pantalla de Transacciones del Sistema Manual 2[4]

Recaudación por fechas, esta función enlista todos los comprobantes realizados en un carril dentro de un rango de fechas determinado (ver Figura 1.22).

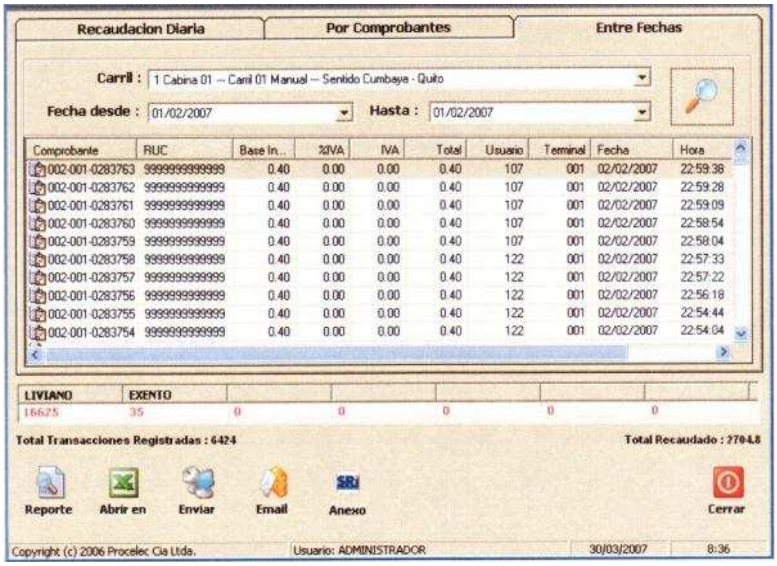


Figura 1.22 Pantalla de Transacciones del Sistema Manual 3[4]

1.3.4 PERSONAL QUE LABORA EN LA ESTACIÓN DEL PEAJE

Dentro del personal que labora en la estación del peaje constan:

- Un supervisor que trabaja de 08H00 a 16H00.
- Un técnico administrativo responsable del peaje las 24 horas del día.
- 8 recaudadoras que trabajan en la estación del peaje.
- Tres guardias que trabajan durante tres turnos diarios

Los turnos se los realiza en 8 horas: de 08H00 a 16H00; de 16H00 a 24H00 y de 24H00 a 08H00. Las recaudadoras trabajan de la siguiente manera: seis trabajan durante 21 días, mientras las dos restantes descansan y así sucesivamente se van turnando. Para cumplir con los tres turnos del peaje se dividen en grupos de dos y trabajan 8 horas continuas de esta manera cumplen con las 24 horas diarias.

1.3.5 VEHÍCULOS EXONERADOS DE PAGO

Determinados vehículos son exonerados de pago, de acuerdo con el convenio suscrito entre el Ministerio de Obras Públicas y el H. Consejo Provincial de Loja; los vehículos de las dos instituciones se encuentran exentos del pago del peaje, además los vehículos de la Policía Nacional, Militares, Cruz Roja y Ambulancias.

1.4 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DEL PEAJE

Actualmente el sistema del peaje implantado por la empresa PROCELEC, muestra resultados erróneos en la recaudación, debido a estos resultados se procede hacer un análisis para definir las causas.

1.4.1 DIFERENCIAS DE LA RECAUDACIÓN

En forma diaria se presentan diferencias en la recaudación de los dineros, un valor arroja el sistema informático y otro valor es el que entregan las recaudadoras.

En la Cabina No. 1 del carril de subida, en el sentido de Catamayo a Loja, en forma diaria arroja resultados superiores a los valores entregados por la recaudadora; en el carril de bajada en el sentido Loja a Catamayo el sistema arroja valores inferiores a los que entrega la recaudadora.

Las diferencias negativas en promedio oscilan entre 15 a 20 dólares por cada turno en la cabina No.1 de subida, teniendo en cuenta que en el día existen tres turnos, ésto da un promedio de 45 a 60 dólares diarios.

Las diferencias positivas en la cabina de bajada, oscilan entre 3 y 7 dólares en cada turno, es decir de 9 a 21 dólares diarios

1.4.2 CAUSAS DE LOS DESFASES DE LA RECAUDACIÓN

En la cabina No. 1 de subida, se ha comprobado que el sistema informático no contabiliza de manera efectiva a los vehículos. Las recaudadoras manifiestan que es por los sensores ubicados en el piso del carril de subida; el técnico vial indica que la variación en los resultados de los valores es por motivos de la pendiente que tiene la calzada de la vía, que está a 3% de pendiente vertical y cuando los trailers pasan por el peaje obligadamente deben parar en la cabina para pagar dicho peaje; al momento de arrancar lo hacen con dificultad, pasa el primer eje del

vehículo por el sensor, luego el conductor pone otra “marcha” en su vehículo, en ese instante el pesado vehículo se regresa algunos centímetros y cuando pasan los otros ejes del mismo vehículo el sensor marca como si estuviera pasando otro vehículo; consecuentemente el sistema informático detecta un nuevo cobro del peaje.

1.4.3 DAÑOS OCASIONADOS EN EL PAVIMENTO DEL PEAJE

El pavimento del peaje en los dos carriles presenta daños significativos, esto se debe a que constantemente vehículos pesados se detienen para pagar el importe al peaje, toman impulso y vuelven a ponerse en movimiento; provocando en el pavimento hendiduras que dañan los sensores colocados bajo el pavimento.

Los sensores que son afectados por los daños ocasionados en el pavimento son los encargados de contabilizar y clasificar los vehículos que atraviesan el peaje; al no contar con el correcto funcionamiento de estos sensores, no habrá la posibilidad de hacer una comparación entre el total del dinero recaudado por los operadores de turno y el total de dinero que presentan los sensores por medio de su respectivo software. Debido a esto no existe garantía alguna de que el dinero entregado por los recaudadores sea en realidad el total del dinero recaudado.

1.4.4 ENLACE DE DATOS DEL GOBIERNO PROVINCIAL DE LOJA CON EL PEAJE

Actualmente no existe un enlace de datos entre el Gobierno Provincial de Loja y el peaje, la comunicación de datos se la hace utilizando Internet satelital o enviando la información en unidades de disco duro externas.

El enlace de datos brindaría la posibilidad por ejemplo de poder monitorizar el peaje, mediante un acceso remoto hacia la PC encargada de la vigilancia, por otro lado; también se podría copiar directamente desde el Gobierno Provincial de Loja los videos y las fotografías almacenadas en esta PC, evitando que un técnico tenga que ir cada semana al peaje a realizar esta función.

En lo que tiene que ver a la comunicación de voz, el enlace de datos será flexible, ya que permitiría realizar esta comunicación utilizando el protocolo IP.

1.4.5 ESTADO ACTUAL DE LOS PERIFÉRICOS DE LA VÍA

Existen periféricos en la vía que se encuentran en muy mal estado, como es el caso de las pantallas táctiles y de las impresoras de la consola de operador, que se encuentran muy dañadas por el uso que se les da diariamente. Pero por otro lado existen periféricos como las barreras FAAC, el controlador de vía y pantallas de usuario que se encuentran en buen estado.

Los sensores de fibra óptica y de proximidad vehicular están muy afectados por el deterioro del asfalto y constantemente arrojan datos erróneos produciéndose errores en el sistema del peaje.

1.4.6 CONGESTIÓN VEHICULAR EN EL PEAJE

La congestión vehicular en el peaje, es ocasionada por las siguientes razones:

- Porque únicamente existe un carril de cobro en cada sentido de la trayectoria, ya que el carril central se lo utiliza para vehículos exonerados (vehículos de la policía nacional, del ejército, ambulancias, entre otros).

- Debido a que el sistema de peaje es lento por las fallas que presenta constantemente los sensores de clasificación vehicular.

- Las pantallas de las consolas de operador, debido a su deterioro en ocasiones no responden, ocasionando de esta manera tiempos de espera y logrando así largas colas de vehículos en el peaje.

Esta congestión vehicular produce molestias en los conductores y pasajeros que desean llegar a su destino.

1.4.7 REQUERIMIENTOS DEL GOBIERNO PROVINCIAL DE LOJA

El Gobierno Provincial de Loja en vista del mal funcionamiento del actual peaje y de las consecuencias que ha ocasionado el mismo, requiere un sistema de peaje moderno que cumpla con lo siguiente:

- Que permita disminuir la congestión vehicular
- Que ofrezca la posibilidad de otras formas de pago del importe al peaje
- Que brinde flexibilidad a las nuevas tendencias tecnológicas
- Que admita monitorizar en tiempo real las cámaras de vigilancia del peaje desde las instalaciones del Gobierno Provincial de Loja
- Que disminuya el cobro manual del peaje
- Que sea el sistema del peaje quien clasifique automáticamente el vehículo y emita el ticket, para que sea entregado por el operador de turno al conductor
- Que el operador de turno únicamente se limite a dar cambios y a entregar el ticket

Además de estos requerimientos, existen otros como que se utilice la marca HP en equipos como PCs y servidores ya que actualmente es la marca utilizada por el Gobierno Provincial de Loja. Se sugirió también la utilización de los equipos que actualmente posee el peaje en el rediseño del mismo.

CAPÍTULO 2
ESTUDIO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TELE-PEAJE

2.1 INTRODUCCIÓN[6]

En todo el mundo, cada día, aumenta el tráfico vehicular, las autopistas construidas y los desplazamientos tanto de usuarios particulares como de transporte público. El uso de autopistas para los desplazamientos, cortos o largos, favorecen a la comodidad en la conducción, su menor congestión y el ahorro de tiempo con respecto a las carreteras normales.

Pero no todo son ventajas; hay que pagar la construcción de las autopistas de una u otra manera, financiándolas a través de los impuestos que pagamos o realizando un pago por su uso (peaje). Otra modalidad es la denominada “peaje en la sombra”, por la que una empresa privada construye y mantiene la autopista a cambio de una concesión de explotación por un largo periodo de tiempo, corriendo la financiación a cargo de los presupuestos del Estado, con un canon anual en función del tráfico. Dependiendo del país de que se trate, prima una u otra modalidad, pudiendo coexistir ambas.

El peaje tiene la ventaja de que paga quién usa y deteriora la autopista, por lo que parece una modalidad de financiación más justa que la otra en la que pagamos todos, pero tiene la desventaja de que en ese caso solamente se construirán las autopistas que se consideren rentables, por lo que la red de autopistas se puede ver muy limitada, lo que redunda en un menor confort, mayor número de accidentes, más contaminación y más horas perdidas en desplazamientos.

El “Tele-peaje”, Peaje Dinámico o Peaje Electrónico, como se lo llama en distintos países, es un sistema que permite abonar el peaje sin detenerse en las autopistas

[6] http://www.monografias.com/trabajos29/telepeaje/telepeaje.shtml

ni tener que recoger ningún ticket, evitando largas colas y la necesidad de manejar tarjetas de crédito o dinero en efectivo para ello, lo que resulta una comodidad para los conductores y un ahorro de tiempo.

El tele-peaje consiste en la identificación del usuario que pasa por una vía determinada de la estación de peaje gracias a un pequeño transmisor instalado en su vehículo que envía una señal con su respectivo ID a una antena colocada en las vías que aceptan este sistema de pago.

Este pequeño transmisor recibe diferentes denominaciones: TAG, OBE (*On Board Equipment*), Teletac, OBU (*On Board Unit*), etc. Pero como el tele-peaje no está extendido plenamente y este sistema ha de coexistir con los tradicionales métodos de pago, el dinero en efectivo o las tarjetas de crédito, es por eso que en las estaciones de peaje se habilitan vías específicas para cada uno de ellos y, así, en las vías de la estación de peaje señaladas como *vías manuales* y, por lo tanto, atendidas por una persona, se puede abonar el importe del peaje en dinero o con la mayoría de las principales tarjetas magnéticas de pago.

El pago con tarjeta es más cómodo y rápido que el pago con efectivo, ya que reduce el tiempo de espera en la estación de peaje; además, este sistema permite recibir información detallada sobre los tránsitos realizados por la autopista. Para pagar el importe del peaje con una tarjeta, puede optar por las vías exclusivas para tarjetas de crédito denominadas *vías automáticas* o por las vías denominadas mixtas (vías donde se acepta toda clase de pago). Todas las autopistas informan antes de llegar a la estación de peaje, de las tarjetas que aceptan para el pago del peaje, para que el conductor esté preparado y sepa por cuál de las vías acceder al peaje.

2.2 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN TELE-PEAJES[6]

Actualmente, existen tecnologías específicas utilizadas en los tele-peajes, éstas varían dependiendo de la cantidad de tráfico vehicular, formas de pago por el uso de la autopista y diseño de la infraestructura del peaje.

Las tecnologías DSRC (*Dedicated Short-Range Communications* o microondas de corto alcance) y RFID (*Radio-Frequency Identification* o identificación por radio frecuencia), han sido durante algunos años una solución para disminuir el tráfico vehicular, razón por la cual más adelante se detallarán los aspectos más importantes de cada una de estas tecnologías.

DSRC, en Europa es muy utilizada; las empresas **VIA-T** en España y **TOLL COLLECT** en Alemania la utilizan, ya que los requerimientos en sus tele-peajes y autopistas exigen este tipo de tecnología. Por otro lado RFID es una tecnología comúnmente utilizada en Sudamérica, **SICTRANSCORE** la utiliza en la implantación de tele-peajes en Sudamérica.

Por años, los términos RFID y DSRC se han utilizado como sinónimos para describir una tecnología basada en etiquetas y lectores. Pero al utilizarse la banda de 5.9 GHz para DSRC estos términos se están diferenciando. Actualmente DSRC aún se encuentra en desarrollo y se la utiliza para aplicaciones específicas como es la de los tele-peajes[6].

Aunque el sistema DSRC de 5,9 GHz se constituye fundamentalmente de etiquetas y lectores, es diferente de muchas maneras a los sistemas RFID tradicionales ya que trabajan a frecuencias completamente distintas. El sistema DSRC es más como un sistema *peer-to-peer* es decir, que cualquiera de los extremos de un enlace puede iniciar una transacción, en tanto que los sistemas tradicionales de RFID operan en un esquema maestro-esclavo[7].

2.2.1 *DEDICATED SHORT-RANGE COMMUNICATIONS* (DSRC)[8]

Los DSRC, son sistemas de transmisión de datos de corto y medio alcance, que pueden soportar operaciones de seguridad pública y privada en entornos de comunicaciones de vehículo a infraestructura y vehículo a vehículo o viceversa.

[7] http://www.rfidjournal.com/article/view/866/1/1
[8] PDF: InformeVT_Entornos_inalambricos_ITS

DSRC está basado en la especificación IEEE 802.11p WAVE y se entiende como un complemento a los sistemas de comunicaciones basados en telefonía móvil, proporcionando tasas de transferencia de datos muy altas en circunstancias donde es importante minimizar los tiempos de latencia en el establecimiento de los canales y el aislamiento de zonas de comunicaciones relativamente pequeñas, un caso particular es el de los tele-peajes (ver Figura 2.1).

Figura 2.1 DSRC en tele-peajes[9]

La comunicación de datos entre vehículo estacionado o en movimiento y equipo fijo en la carretera, se usa en aplicaciones que involucran pagos, transferencia de información para seguridad o monitorización, entre otras. Dichas aplicaciones incluyen, aunque no se limitan, a: cobro electrónico de peajes con tarjeta de crédito o débito, solicitud o recepción de información del viajero y/o asistencia en ruta y automatización de información regulatoria entre vehículos pesados y estaciones de peaje.

Para la transmisión y recepción de los datos, es necesaria la presencia de un tag DSRC y de un lector (*Transceiver*). La Figura 2.2 indica el esquema de conexión de un *Transceiver* con un PC y la forma bidireccional de comunicación con el tag DSRC.

[9] PDF: KTC-TS3200-06

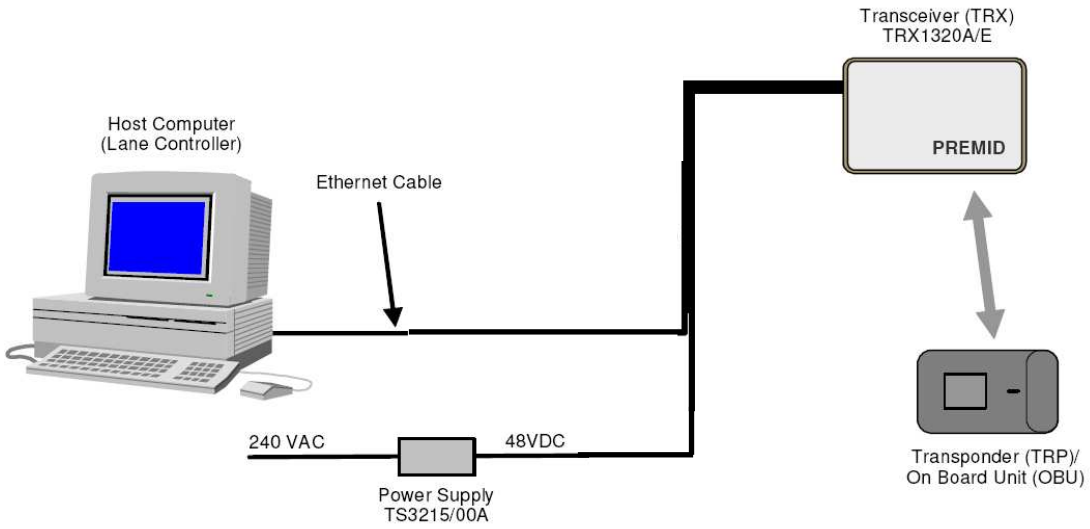


Figura 2.2 Esquema de conexión de un *Transceiver*[8]

Esta tecnología tiene una estructura mixta entre el Internet inalámbrico y los sistemas radio módem. Son capaces de difundir información en modo *broadcast* o a un usuario determinado, según las necesidades y la naturaleza de la información, integrando todos los vehículos que se encuentran cercanos en una zona reducida de terreno en una misma red, que permite el intercambio de información de forma rápida y fiable, con un tiempo mínimo de conexión a la red y sin demoras en el acceso a la información.

2.2.1.1 Características de la tecnología DSRC

- Banda de frecuencia de operación: 5.9 GHz (5.855 – 5.925 GHz)
- Ancho de banda: 75 MHz
- Tipos de modulación que se utiliza:
  - BPSK OFDM
  - QPSK OFDM
  - 16-QAM OFDM
  - 64-QAM OFDM
- Ancho de banda de los canales: de 7 a 10 MHz
- Velocidad de transmisión: (6, 9, 12, 18, 24 y 27) Mbps sobre canales de 10MHz

- Potencia de transmisión máxima: 28.8 dBm (a la entrada de la antena)
- OBU EIRP (*OnBoard Unit*): 0-20 dBm (1mW – 100 mW) / Max. 44.8 dBm (30199,517mW)
- Sensitividad[10] RSU (*RoadSide unit*) y OBU: -82 dBm (QPSK) / -65 dBm (64 QAM).
- Estrategia de compartición de banda-coordinación de frecuencia, Selección de canales alternativos para zonas adyacentes, Uso de *Carrier Sense Multiple Access* (CSMA) para prevenir interferencias entre usuarios de un mismo canal.

Así como todo tipo de tecnología inalámbrica tiene un rango de frecuencias de operación, DSRC también lo posee (ver Figura 2.3).

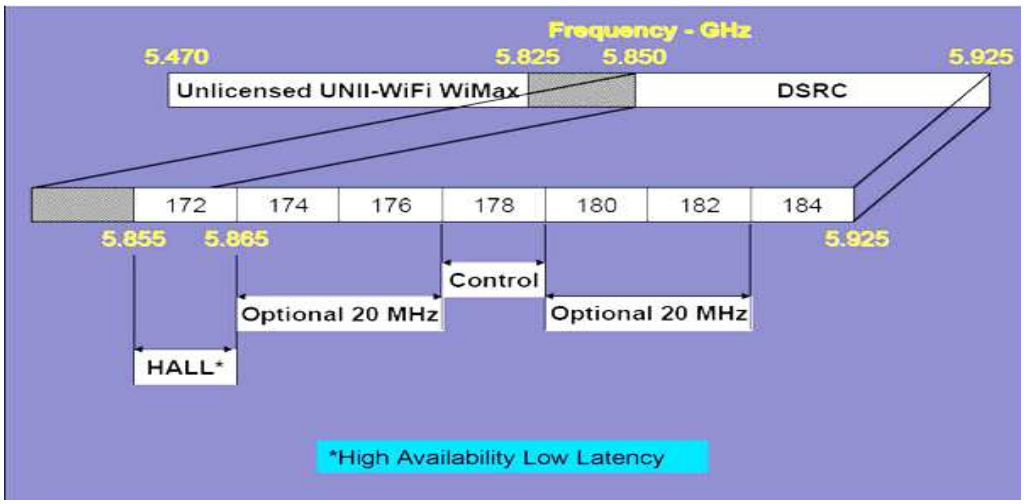


Figura 2.3 Espectro de comunicación DSRC[11]

En la Figura anterior se observa que el rango de frecuencia DSRC está junto al rango de las frecuencias sin licencia, también conocidas como frecuencias libres; otro aspecto importante que destaca la Figura, es que DSRC posee siete canales de frecuencias y cada uno de éstos consta de 10 MHz.

En la tabla 2.1 se hace una comparación entre DSRC y otras tecnologías inalámbricas.

[10] *Sensitividad RSU y OBU: es la capacidad que poseen estos dispositivos para detectar la presencia de otros dispositivos DSRC.
[11] http://www.intellidriveusa.org/508/Library/Library%20-%20Presentations/Working%20Group%20Meeting%20Oct.%202009/Henry_10_29_09.htm

	DSRC/WAVE	Wi-Fi	Celular	Mobile WiMAX5
Velocidad de transmisión	3 – 27 Mbps	6 – 54 Mbps	< 2 Mbps	1 – 32 Mbps
Latencia	< 50 ms	Segundos	Segundos	No se ha medido
Rango	< 1km	< 100m	< 10 km	< 15 km
Movilidad	> 60 mph	< 5mph	> 60 mph	> 60mph
Ancho de Banda Nominal	10 MHz	20 MHz	< 3MHz	< 10MHz
Banda de Operación	5.855 – 5.925 GHz (ITS-RS)	2.4 GHz, 5.2 GHZ (ISM)	800 MHz, 1.9 GHz	2.5 GHz
Estándar IEEE	802.11p (WAVE)	802.11a	N/A	802.16e

Tabla 2.1 Comparación de DSRC/WAVE con varios sistemas *wireless*[12]

De la comparación que se realizó en la tabla 2.1 se puede mencionar lo siguiente:

- La tecnología DSRC posee velocidades de transmisión altas pero menores a Wi-Fi y a Mobile WiMAX5.
- La latencia es muy buena ya que es menor a la latencia de Wi-Fi y Cellular
- Debido a que DSRC opera en el rango de frecuencia de 5,855 – 5,925 GHz posee un rango considerable que llega a distancias que se aproximan a 1Km.

En la tabla 2.2 se aprecia la comparación de capacidades entre los primeros sistemas DSRC y la segunda generación destinada a dar soporte a aplicaciones de alta capacidad en vehículos.

Parámetros	PRIMERA GENERACIÓN Banda de 902 – 928 MHz	SEGUNDA GENERACIÓN Banda de 5850 – 5925 MHz
Espectro utilizado	12 MHz (909.75 – 921.75 MHz)	75 MHz
Velocidad de transmisión	0.5 Mbps	6 – 27 Mbps
Cobertura	1 área de comunicación	Solapamiento de varias áreas
Estado de la banda	Pública	De uso restringido
Posibles interferencias	Telefonía móvil, sistemas de comunicaciones ferroviarias, sistemas	Radares militares, señales de satélite

[12] http://www.unwired.ee.ucla.edu/dsrc/dsrc_testbed_simple.htm

	de espectro esparcido, radares.	
Máximo alcance	100 m	1000 m
Capacidad del canal	1 – 2 canales	7 canales

Tabla 2.2 Características fundamentales de los DSRC[7]

Anteriormente (tabla 2.2), se muestra que los primeros sistemas DSRC trabajaban con un rango de frecuencia mucho menor que el actual y además, no tenían mucha cobertura ni tampoco un alcance considerable.

Los sistemas DSRC de la segunda generación ya no poseen como máximo dos canales sino siete y llegan a velocidad de hasta 27 Mbps; así mismo, el estado de la banda es restringido (la banda DSRC no se encuentra en el rango de frecuencias libres) evitando con esto interferencias.

2.2.1.2 Factores básicos en las comunicaciones mediante DSRC

- Las aplicaciones de seguridad pública y privada comparten la misma banda de frecuencias.
- Interoperabilidad entre redes DSRC antiguas o no estandarizadas, que funcionen en la misma o en otras frecuencias.
- Operaciones bajo licencia.
- Prioridad de instalación de aplicaciones dedicada a la seguridad pública.
- No exclusión mutua para actividades privadas.
- Alcance limitado para operaciones privadas.
- Uso de un coordinador de frecuencias para la asignación de licencias.

2.2.1.3 Aplicaciones según el alcance efectivo

Las aplicaciones de la tecnología DSRC varían según el alcance efectivo, a continuación se detallan algunas de estas aplicaciones.

Aplicaciones para vehículos con un alcance efectivo de 15 a 80 m

- Control de acceso
- Cobro de peaje
- Transferencia de información de combustible
- Información del tráfico
- Pago de estacionamiento
- Recolección de información basado en la infraestructura
- Tratamiento de vehículos de alquiler

Aplicaciones para vehículos con un alcance efectivo de 90 a 335 m

- Asistencia de velocidad en curva
- Asistente de luz de freno basado en infraestructura
- Aviso de colisiones en intersecciones
- Aviso de colisiones cooperativo
- Recolección de información basada en vehículos
- Sistema cooperativo para conducción en conjunto
- Evita colisiones en la autopista
- Aviso de colisión inminente
- Seguimiento por video de vehículos de emergencia
- Aviso de condición de la carretera
- Aviso de obras (obras viales en construcción)

Aplicaciones para vehículos comerciales con un alcance efectivo de 0 a 90 m

- Selección de la línea principal
- Aduanas fronterizas
- Transferencia de información para seguridad abordo
- Gestión de flotas
- Diario de a bordo del conductor
- Inspección de la seguridad del vehículo
- Transferencia de información de vehículos en circulación
- Gestión de abastecimiento de combustible de los vehículos en circulación
- Monitorización de combustible de los vehículos en circulación

Aplicaciones para Seguridad Pública con un alcance efectivo de 300 a 2000 m

- Asistente de aproximación de vehículos de emergencia
- Señalización de prioridad
- Recomendación de velocidad óptima

2.2.1.4 Estándares

Los estándares permiten la interoperabilidad entre equipos de distintas marcas, gracias a estas normalizaciones ya no es necesario limitarse a una marca en específico, brindando la posibilidad incluso de combinar equipos de distintas marcas para establecer una comunicación. A continuación se mencionan los estándares de mayor relevancia para la tecnología DSRC.

Estándar 802.11p WAVE[7]

El estándar de acceso inalámbrico en el entorno vehicular WAVE *(Wireless Access in the Vehicular Environment*) define una arquitectura y un conjunto estándar de servicios e interfaces complementarios que habilitan comunicaciones inalámbricas seguras V2V[13] (vehículo a vehículo) y V2I[14] (vehículo a infraestructura), utilizando un espectro electromagnético de 5.9 GHz. WAVE proporciona las bases para un amplio abanico de aplicaciones en el ámbito del transporte, incluyendo seguridad en vehículos, peajes automáticos, navegación mejorada y gestión de tráfico. La familia IEEE 1609 *"Family of Standards for Wireless Access in Vehicular Environments"* (WAVE) está formada por 4 estándares:

- *IEEE P1609.1 - Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) - Resource Manager*

- *IEEE P1609.2 - Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) - Security Services for Applications and Management Messages*

[13] *V2V: es la comunicación directa de vehículo a vehículo, sin la intervención del conductor, y le avisa de los peligros que se puede encontrar en carretera para que pueda reaccionar con suficiente antelación.

[14] *V2I: es la comunicación directa de vehículo a infraestructura y sirve para aplicaciones de cobro automático utilizando lectores DSRC ubicados en la carretera.

- *IEEE P1609.3 - Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) - Networking Services*

- *IEEE P1609.4 - Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) - Multi-Channel Operations*

WAVE constituye además el núcleo de los sistemas de comunicaciones dedicados de corto alcance DSRC (*Dedicated Short Range Communications*), que son la base de los programas de integración vehículo-infraestructura desarrollados en diferentes proyectos de Estados Unidos. Por otro lado, no hay duda de que el 802.11p, utilizado como base de los sistemas de comunicaciones DSRC, constituye el primer entorno de comunicaciones diseñado específicamente para el ámbito del transporte por carretera.

Estándares del Comité Europeo de Normalización (CEN) [15]

- **CEN – L1 prEN 12253: 2002**
  Tráfico y Transportes Telemáticos (RTTT)
  De comunicación especializados de corto alcance (DSRC)
  Capa física DSRC utilizando microondas de 5,8 GHz

- **CEN – L2 prEN 12795: 2002**
  Tráfico y Transportes Telemáticos (RTTT)
  De comunicación especializados de corto alcance (DSRC)
  Capa de enlace de datos DSRC: acceso al medio y control de enlace lógico

- **CEN – L7 prEN 12834: 2002**
  Tráfico y Transportes Telemáticos (RTTT)
  De comunicación especializados de corto alcance (DSRC)
  De capa de aplicación

[15] http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo326/1s06/ETC/ST1_V135-EspecifTransacV135-10Ene05.pdf

- **CEN – PR Draft prEN 13372: 2002**
  Tráfico y Transportes Telemáticos (RTTT)
  De comunicación especializados de corto alcance (DSRC)
  DSRC Perfiles para aplicaciones RTTT

A continuación se pueden apreciar las distintas capas de la tecnología DSRC (ver Figura 2.4).

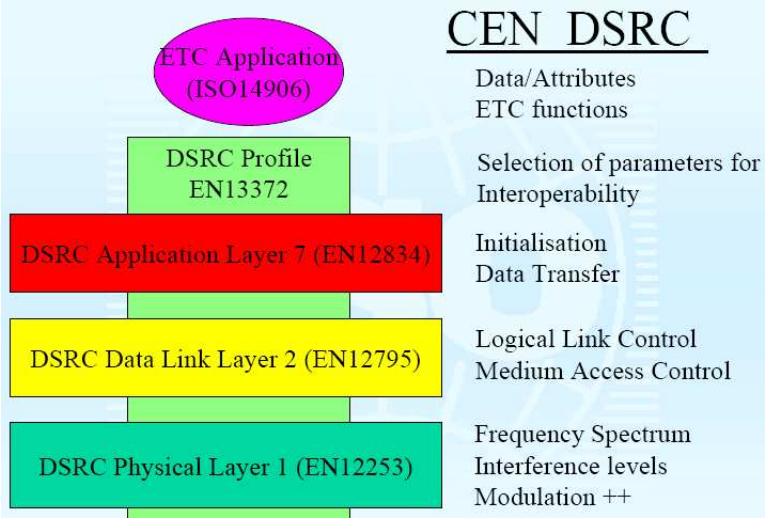


Figura 2.4 Capas de la tecnología DSRC[16]

La Figura anterior indica las tres capas que posee la tecnología DSRC, la primera capa se encarga de parámetros como niveles de interferencia, espectro de frecuencia, modulación y *bit rate*. La segunda capa se encarga del control de enlace lógico y del acceso al medio.

La tercera o última capa se encarga del inicio de la comunicación, análisis de perfiles y aplicaciones, control del enlace (multiplexación/ prioridad) y acceso al control de enlace lógico.

Se puede observar en la Figura 2.4 que además de las tres capas existen dos secciones más que son:

- DSRC *profile,* se encarga de la selección de los parámetros para la interoperabilidad.

[16] PDF: 3-DSRC - Evensen

- ETC (*Electronic Toll Collection*) *Aplication*, son las aplicaciones destinadas al uso de la tecnología DSRC, como son: control de acceso, prioridad en intercepciones de transporte público y de emergencia, entre otros.

2.2.2 RFID (*Radio Frequency Identification*)[17]

RFID es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas, transpondedores o tags RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto mediante ondas de radio. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas Auto ID (*Automatic Identification*, o Identificación Automática).

Una etiqueta RFID es un dispositivo pequeño, similar a un adhesivo, que puede ser adherida o incorporada a un producto, animal o persona. Contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID.

2.2.2.1 Sistemas con tecnología RFID

Los sistemas RFID se componen de dos elementos principales, un lector, que puede ser lector-grabador o sólo lector y una etiqueta (*tag o transponder*), que puede ser de lectura o lectura-escritura.

El transponder[18] presenta una serie de características físicas, de programación, de escritura y de alcance, que dependen de su aplicación. Éste es un portador de datos del sistema con tecnología RFID, consiste de un elemento de acoplamiento

---

[17] PROYECTO DE TITULACIÓN. CHÁVEZ PROAÑO, Edwin David. Implementación de un prototipo de control monitoreo y autenticación vehicular, utilizando tecnología RFID. Enero 2010. EPN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. RUIZ PALOMINO Verenice, SANDOVAL FUENTES Eduardo Análisis de la Tecnología RFID: Ventajas y Limitaciones. Noviembre 2007. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. México

* Las etiquetas pasivas no necesitan alimentación eléctrica interna, mientras que las activas sí lo requieren Una de las ventajas del uso de radiofrecuencia es que no se requiere visión directa entre emisor y receptor.

[18] **Transponder o Tag**: Es una etiqueta inteligente, se compone de una antena de hilo de cobre, un chip al cual van soldados los extremos de la antena y una cubierta de protección.

de radiofrecuencia y un microchip, dentro del cual se almacena la información deseada.

El lector se constituye de varios elementos que son los siguientes:

- Módulo de radiofrecuencia (transmisor y receptor)
- Elemento de acoplamiento
- Unidad de control

Algunos lectores cuentan con interfaces adicionales (*RS*232*; RS*485, etc.) con el propósito de permitir transferir los datos recibidos a otro sistema *(PC, robot, sistema de control, etc.)*.

La Figura 2.5 muestra un esquema de un sistema con tecnología RFID, se puede observar que el lado izquierdo corresponde al lector en conjunto con una unidad de control *PC* y que al lado derecho está el transponder con su elemento de acoplamiento.

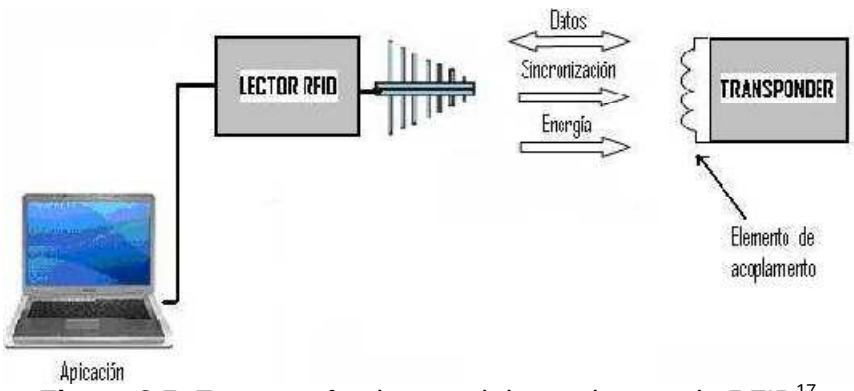


Figura 2.5 Esquema fundamental de un sistema de RFID[17]

Dependiendo de las frecuencias utilizadas en los sistemas RFID, el costo, el alcance y las aplicaciones son diferentes. Los sistemas que emplean frecuencias bajas tienen igualmente costos bajos, pero también limitada distancia de uso, los que emplean frecuencias más altas proporcionan distancias mayores de lectura y velocidades de lectura superiores; así, las de baja frecuencia se utilizan comúnmente para la identificación de animales, seguimiento de paquetería, o como llave de automóviles con sistema antirrobo.

2.2.2.2 Modo de funcionamiento de la tecnología RFID

El objetivo principal de la tecnología RFID es identificar automáticamente todo tipo de objetos, a los cuales se les asigna una etiqueta que contiene información única que lo identifica.

Se debe tomar en cuenta que el proceso de escritura de una etiqueta RFID emplea más tiempo que el de lectura, puesto que en el modo de escritura se realizan varios pasos que son: lectura inicial, borrado de los datos existentes, escritura y verificación, el tiempo estimado en la escritura de una etiqueta RFID es de cientos de milisegundos. El proceso de escritura implica un mayor consumo de corriente por parte de los dispositivos involucrados en este proceso, durante la escritura no debe existir otra etiqueta RFID cercana a la zona de escritura ya que accidentalmente podría modificarse su contenido.

Para detectar una etiqueta, el lector RFID es quien genera la señal de corriente alterna, la cual contiene la señal de reloj, que es transmitida en forma de campo electromagnético a través de la antena del lector, esta señal es utilizada por la etiqueta RFID para la activación y posterior generación de una señal de respuesta que contiene el código único almacenado en su interior, como se muestra en la Figura 2.6.

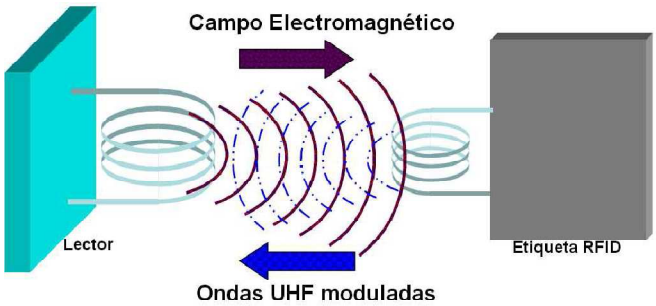


Figura 2.6 Sistema simple RFID[17]

La señal transmitida por la etiqueta RFID es captada por la antena del lector durante la fase de interrogación para luego ser procesada y trasformada a formato

digital por el lector, en consecuencia el flujo de datos es entregado al controlador para un procesamiento adicional.

Dependiendo de la aplicación, en este caso para un tele-peaje, una vez que el lector ha recibido el código único del vehículo, lo transmite a una base de datos donde se han almacenado previamente las características del automóvil al cual se ha asociado la etiqueta, como pueden ser: número de placa, nombre del propietario, año de matriculación, etc.

2.2.2.3 Formas de Comunicación entre el Lector y la Etiqueta RFID

La comunicación en un sistema RFID, dependerá del tipo de etiqueta que se utilice, éstas pueden ser activas, pasivas o semi-activas, a continuación se detallan las diferentes maneras de comunicación entre el lector y la etiqueta RFID.

2.2.2.3.1 Comunicación con modulación Backscatter

Esta comunicación se emplea para etiquetas RFID pasivas y semi-pasivas. Los sistemas RFID en los que la distancia entre el lector y la etiqueta es mayor a un metro se denominan de “largo alcance”; en este tipo de sistemas se utiliza la comunicación *backscatter*.

La comunicación *backscatter* describe el proceso en el cual las etiquetas RFID reflejan la señal con la misma frecuencia emitida por el lector pero cambiando la información contenida en ella.

En la Figura 2.7 se observa que el lector de etiquetas envía continuamente una señal RF (Radio Frecuencia) de corriente alterna y el reloj de la señal a la frecuencia en la que opera la etiqueta RFID, ésta recibe la señal RF y la transforma en corriente continua. Alrededor de 1,2V se necesitan para que funcione el microchip en modo de lectura, mientras que para el modo de escritura generalmente se utilizan 2,2V.

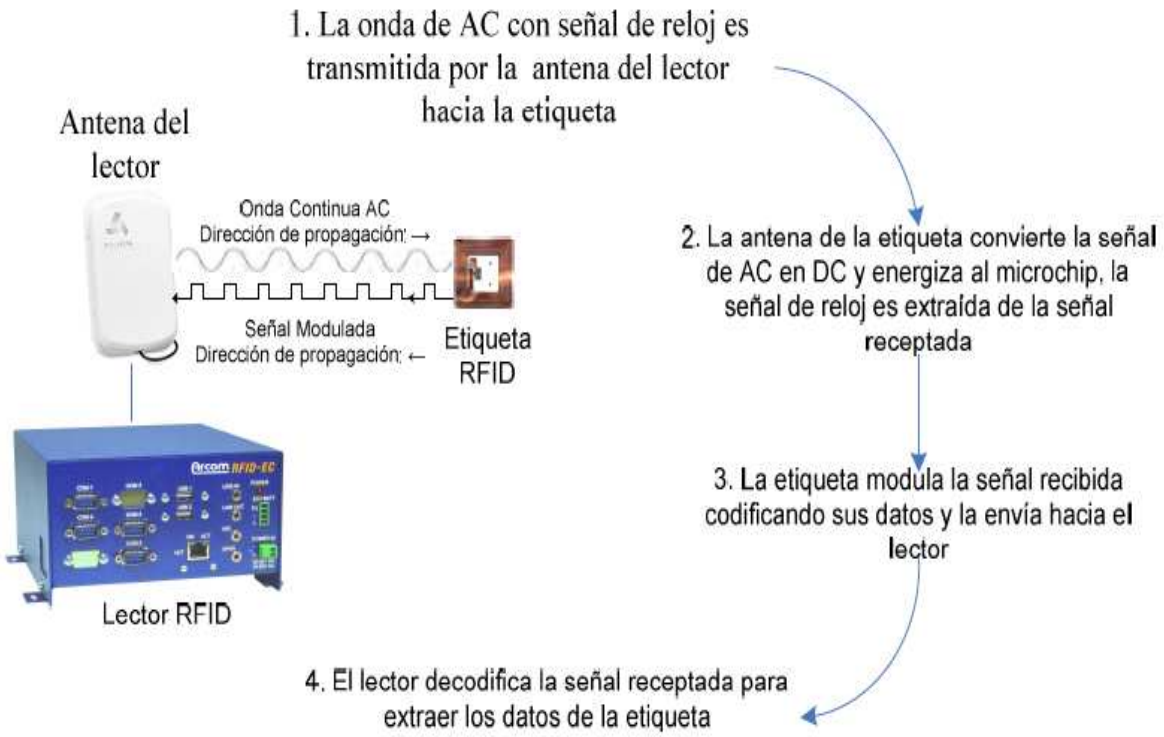


Figura 2.7 Modulación Backscatter[17]

2.2.2.3.2 Comunicación Tipo Transmisor

Las etiquetas RFID activas utilizan este tipo de comunicación, la etiqueta emite información al entorno, generalmente el código único almacenado en su interior, en intervalos regulares de tiempo independientemente de la existencia o no de un lector en las proximidades (ver Figura 2.8).

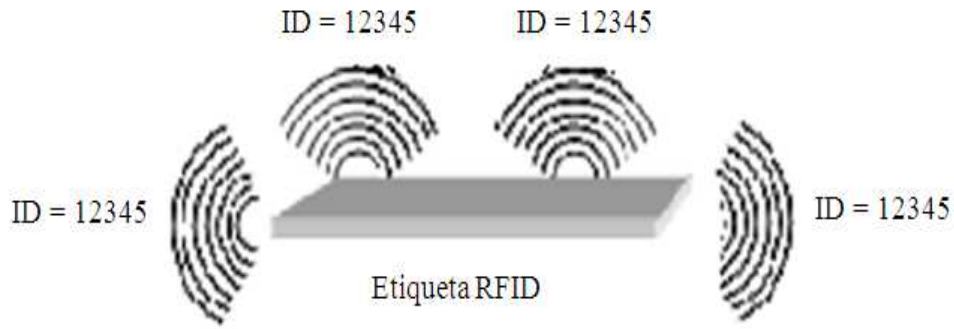


Figura 2.8 Modelo general de conectividad[17]

2.2.2.3.3 Comunicación Tipo Transpondedor

Se utiliza en etiquetas RFID denominadas transpondedores. La etiqueta RFID se encuentra en un estado de bajo consumo (*Stand by*) cuando no recibe señales de interrogación de un lector, logrando con esto conservar recursos y alargar la vida útil de la etiqueta, en este estado la etiqueta periódicamente envía una señal de consulta sobre la existencia de un lector, esto se indica en la Figura 2.9.

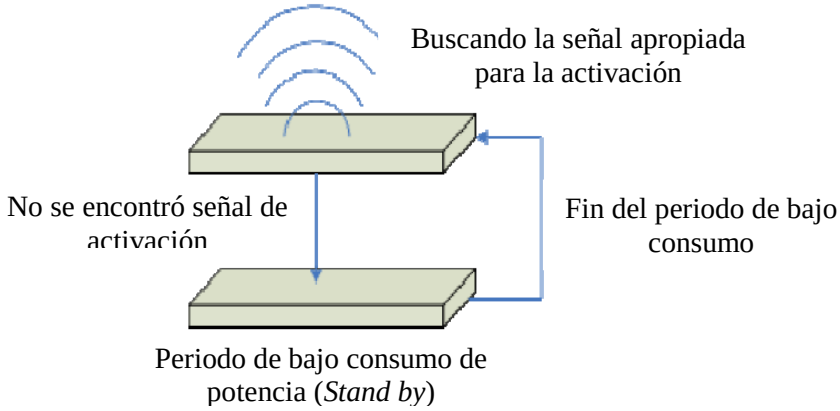


Figura 2.9 Estado de bajo consumo en comunicación tipo transponder[17]

En el momento que un lector recibe la consulta de una etiqueta, éste envía una señal de activación (*wake up*) para que la etiqueta inicie el envío de su información (código único) periódicamente (ver Figura 2.10).

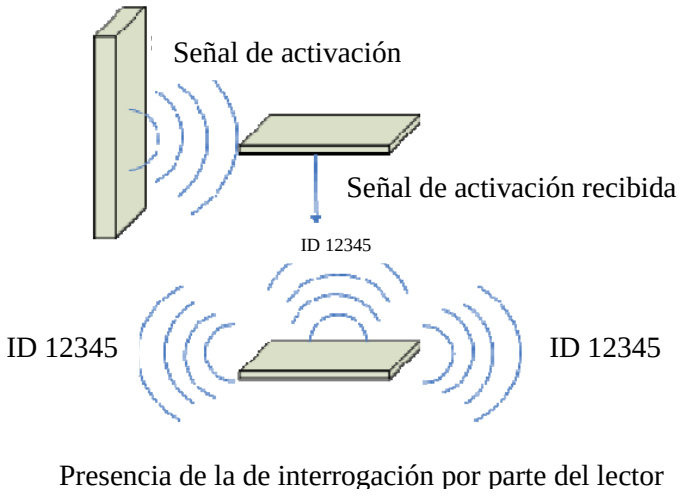


Figura 2.10 Estado de activación en comunicación tipo transponder[17]

2.2.2.4 Frecuencias de Operación de la Tecnología RFID

Al igual que cualquier tipo de tecnología inalámbrica, RFID también ocupa un rango de frecuencias, para su operación.

- Baja-Frecuencia (LF): 125 KHz y 134 KHz
- Alta-Frecuencia (HF): 13.56 MHz
- Ultra Alta Frecuencia (UHF): 303.8 MHz, 433 MHz y 868 MHz
- Frecuencia de Microonda: 2.4 GHz

Existen materiales que reaccionan muy bien en todos los rangos de frecuencias; sin embargo, otros materiales presentan limitaciones en lo que respecta a la distancia de operación y a la velocidad de transmisión de datos.

Las ondas de RF viajan a través de objetos con una significativa distorsión, por esta razón, para seleccionar la frecuencia óptima de operación de un sistema RFID, se deben considerar las características del material en donde se va a aplicar la etiqueta.

2.2.2.5 Tipos de etiquetas RFID[8]

Las etiquetas RFID pueden ser activas, semi-pasivas (o semi-activas, asistidas por batería) o pasivas. Los tags pasivos no requieren ninguna fuente de alimentación interna y son en efecto dispositivos puramente pasivos (sólo se activan cuando un lector se encuentra cerca para suministrarles la energía necesaria). Los otros dos tipos necesitan alimentación, típicamente una batería pequeña.

2.2.2.5.1 Etiqueta RFID Pasiva

Son etiquetas que no necesitan baterías adicionales, únicamente se alimentan de la energía del campo generado por el lector. La energía que necesitan para

transmitir la información que contienen, proviene en su totalidad de la señal generada por el lector (ver Figura 2.11).

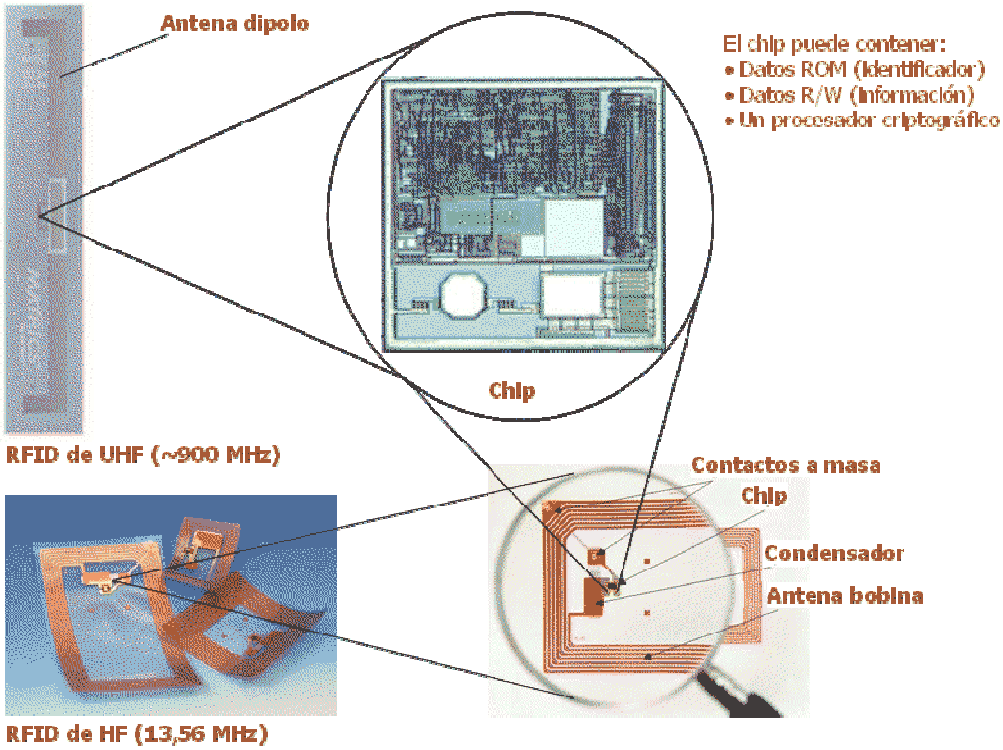


Figura 2.11 Componentes de un *transponder* pasivo[17]

Como se observa en la Figura 2.12, el Microchip de la etiqueta RFID pasiva, está conformado por:

- **Controlador - Rectificador de Potencia,** convierte la corriente alterna que emite el lector a corriente continua, con lo cual puede energizar a los demás componentes de la etiqueta.

- **Extractor de Señal de Reloj (*Clock Extractor*),** separa las señales de reloj de la señal captada por la antena.

- **Modulador,** demodula la señal enviada por el lector y modula la respuesta de la etiqueta RFID.
- **Unidad Lógica,** implementa el protocolo de comunicación entre la etiqueta RFID y el lector.

- **Memoria,** almacena información y puede incluir además métodos de detección de errores como CRC (Comprobación de Redundancia Cíclica)

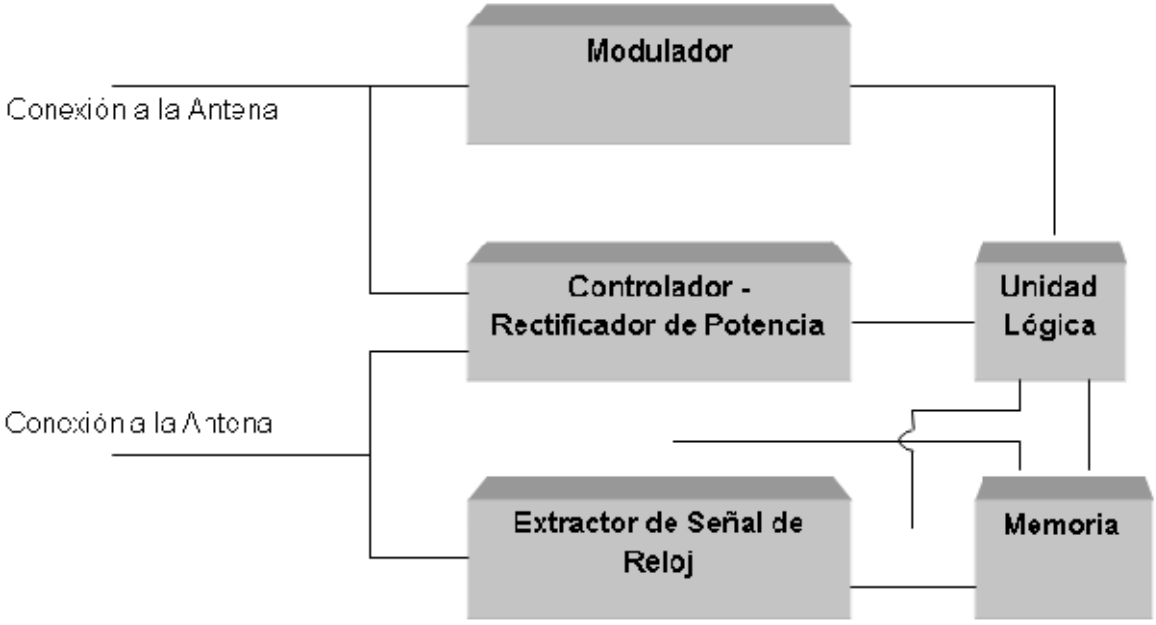


Figura 2.12 Componentes del microchip de una etiqueta RFID pasiva[17]

La Antena de la etiqueta RFID recibe la energía enviada por el lector, para luego energizar al microchip y finalmente intercambiar información con el lector de etiquetas (ver Figura 2.12).

El tamaño de la antena determina las dimensiones físicas de la etiqueta, las antenas se diseñan considerando varios factores, como son la distancia de lectura de la etiqueta, la orientación de la etiqueta con respecto a la antena del lector, la velocidad del objeto a ser identificado, la polarización de la antena del lector, entre otros.

Generalmente el punto de unión entre la antena y el microchip es la zona más débil de la etiqueta RFID. Una antena de dipolo doble reduce la sensibilidad de alineamiento, con lo cual el lector puede identificar la etiqueta RFID con diferentes orientaciones. Las antenas suelen fabricarse de finas hileras de metal (aluminio, cobre, etc.).

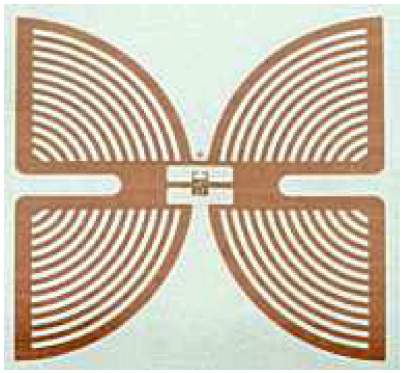


Figura 2.13 Etiqueta RFID pasiva tipo mariposa[17]

La etiqueta de la Figura 2.13, tiene unas dimensiones de 64 x 66 mm, ésta opera en la banda de UHF (902 a 928 MHz).

2.2.2.5.2 Etiqueta RFID Activa

La etiqueta RFID activa tiene internamente una fuente de alimentación incluida, generalmente una batería, la etiqueta RFID activa utiliza la energía de su batería para enviar la señal al lector, por tanto no requiere de inducción para proveer de energía a sus componentes internos.

Como se observa en la Figura 2.14, estas etiquetas pueden ser diseñadas con una variedad de dispositivos electrónicos especializados tales como: microchip, diferentes tipos de sensores o dispositivos de entrada y salida. El alcance máximo para una lectura efectiva es aproximadamente 30 metros, dependiendo de la frecuencia de operación. Generalmente este tipo de etiquetas se diseñan para realizar tareas especiales y dependiendo de la función de la etiqueta, la información puede ser procesada y almacenada para su inmediata o tardía recuperación por parte del lector, por esta razón en este tipo de etiquetas se puede modificar la información almacenada mediante la señal de RF del lector. Las etiquetas RFID activas pueden recolectar información sobre el medio, como por ejemplo información sobre condiciones ambientales, la cual se modifica constantemente en la etiqueta, para luego ser transmitida al lector. El tiempo de vida útil de las etiquetas activas decrece conforme al grado de utilización.

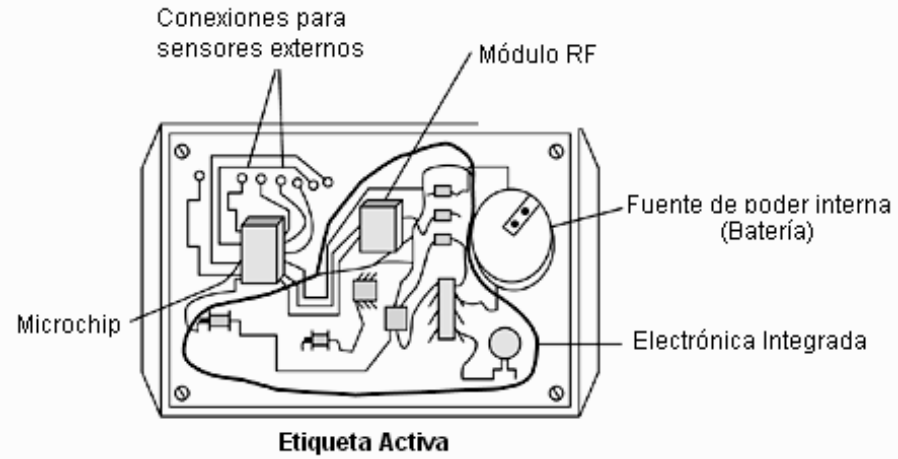


Figura 2.14 Componentes de una etiqueta RFID activa[17]

Una etiqueta RFID activa está compuesta por:

- **Microchip,** las funciones del microchip de una etiqueta activa son similares a las de una etiqueta RFID pasiva y por lo general éste suele ser de menor tamaño con respecto al modelo pasivo.

- **Antena,** las antenas de las etiquetas RFID activas pueden ser de las mismas características que las de las etiquetas pasivas, sin embargo las etiquetas activas al tener una fuente propia de energía emplean módulos de RF.

- **Fuente de Alimentación,** provee de energía a los sistemas electrónicos de la etiqueta, la vida útil de una etiqueta activa depende de la batería, en general la vida útil es de 2 a 7 años. Este ciclo depende en gran medida del tiempo de emisión de datos y del intervalo de tiempo entre emisiones, por otro lado el consumo de energía de los procesadores y/o sensores también afecta en la vida útil de la batería.

2.2.2.5.3 Etiqueta RFID Semi-activa

La etiqueta RFID semi-activa posee una fuente de alimentación interna, además de circuitos electrónicos adicionales para realizar tareas específicas (ver Figura 2.15).

La principal diferencia con respecto a las etiquetas activas es que la batería interna que utiliza suministra energía para las operaciones o funciones de la etiqueta y no para transmisiones hacia el lector, al igual que los *transponders* pasivos, es el lector quien inicia la comunicación empleando características inductivas, por lo tanto el lector es quien genera el voltaje necesario para la transmisión de los datos desde la etiqueta semi-activa; en consecuencia este tipo de etiquetas son capaces de reaccionar más rápido que una etiqueta RFID pasiva.

A continuación se describen algunas de las principales ventajas de las etiquetas semi-activas frente a las pasivas.

- Pueden ser leídas a mayores distancias, debido a que no utilizan la energía del lector para el funcionamiento de los circuitos internos de las etiquetas.

- Mayor rapidez de lectura, ya que no hace falta que el lector mantenga mucho tiempo la señal de RF para que funcionen los circuitos internos de las etiquetas.

- Se puede realizar la lectura de las etiquetas aun cuando el objeto se mueva a altas velocidades.

- Estas etiquetas pueden ser detectadas a una distancia de hasta 30 metros y a altas velocidades. En condiciones ideales se debe utilizar el esquema de modulación *backscatter* con UHF o microondas.

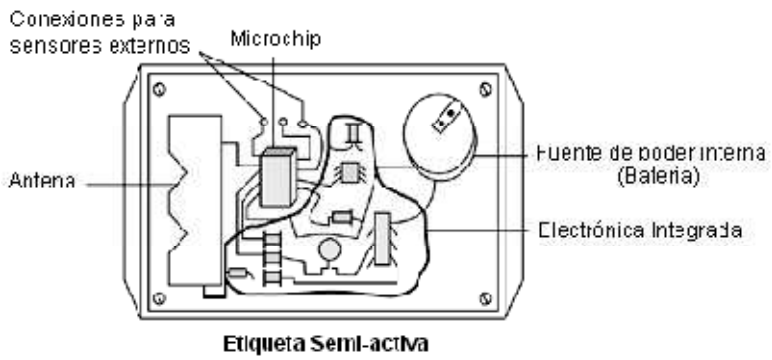


Figura 2.15 Componentes de una etiqueta RFID semi-activa[17]

2.2.2.6 Características de las etiquetas RFID

Las etiquetas RFID independientemente de ser pasivas, activas o semi-activas, tienen varias formas de operación dependiendo de la aplicación del sistema RFID.

Solo Lectura RO, este tipo de etiquetas RFID contienen datos específicos que son almacenados permanentemente dentro del microchip durante el proceso de fabricación; es decir actúa como una memoria ROM. La escritura se realiza quemando algunos fusibles del chip con un rayo láser; al estar fijados los datos en el momento de fabricación, el usuario final no puede modificarlos limitando la utilización de este tipo de etiquetas a pequeñas aplicaciones.

Lectura-Escritura (RW), la etiqueta RW puede ser programada un gran número de veces (10.000 a 100.000), por esta razón se las conoce como reprogramables. Estas etiquetas tienen la gran ventaja de poder ser escritas por los lectores o incluso por sí mismas (en el caso de etiquetas RFID activas); para almacenar la información disponen de una memoria Flash o FRAM. La seguridad en este tipo de etiquetas es más complicada y además los costos de fabricación son mayores, razón por la cual en la actualidad no son las más utilizadas.

Una Sola Escritura, Múltiples Lecturas (WORM), Las etiquetas RFID WORM únicamente pueden ser escritas una vez, no por el fabricante sino por el usuario; es decir en el proceso de fabricación no se almacena información en la etiqueta, el usuario es quien de acuerdo a sus necesidades asigna la identificación única a las etiquetas RFID.

Etiqueta RFID de Onda Acústica Superficial (SAW), La arquitectura de onda acústica superficial SAW es muy utilizada en teléfonos celulares y otros equipos electrónicos, estas etiquetas no tienen un microchip en su estructura interna y no requieren corriente directa para realizar la transmisión de datos, se caracterizan por un bajo consumo de energía y operan en el rango de frecuencia de las bandas ISM *(Industrial, Scientific and Medical)* destinadas a la industria, ciencia y medicina ISM (2.4GHz).

El diseño de la etiqueta RFID SAW comprende una antena dipolo, la cual se conecta a un transductor digital interno (*IDT, InterDigital Transducer*) situado en una superficie piezoeléctrica (ver Figura 2.16). Una serie de electrodos individuales colocados también en la superficie actúan como reflectores.

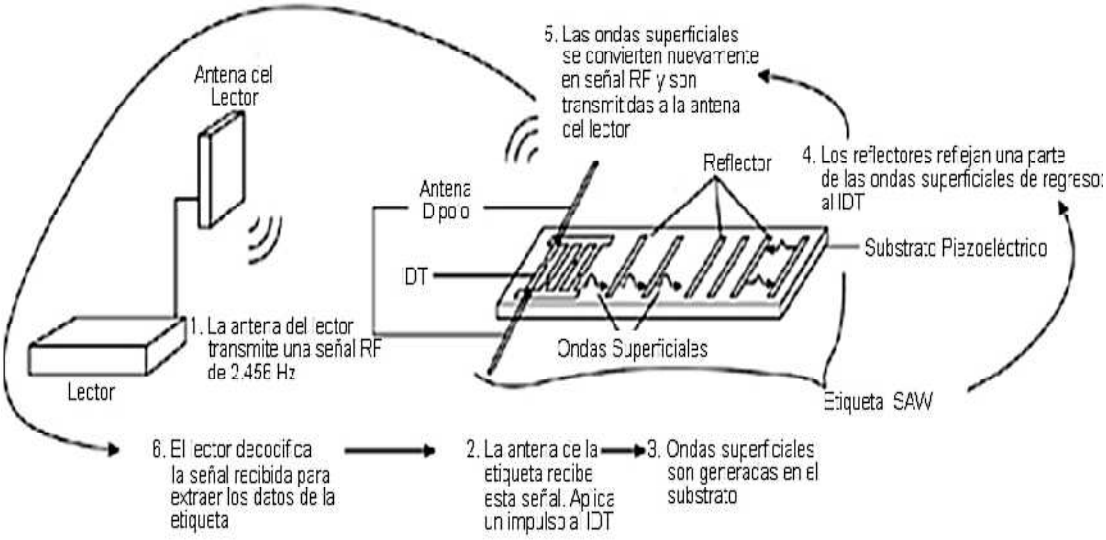


Figura 2.16 Componentes de una etiqueta RFID SAW[17]

La antena aplica un impulso eléctrico al IDT cuando recibe una señal del lector, este impulso genera ondas de superficie denominadas *Realign Waves*, algunas de estas ondas son reflejadas por los reflectores determinando un patrón único que representa la información de la etiqueta. Tienen mayor rango de lectura, trabajan con ráfagas cortas de señales por tanto son más rápidas de leerlas.

2.2.2.7 Lector RFID

El lector de etiquetas RFID es un dispositivo que puede leer e incluso escribir información en una etiqueta que sea compatible con éste. En un medio pasivo el lector de etiquetas envía un pulso eléctrico a la etiqueta, por su parte la etiqueta detecta la energía del lector y envía una respuesta que contiene el número de serie de la etiqueta y dependiendo de la etiqueta, ésta puede enviar información adicional.

En un sistema RFID básico, el pulso de energía del lector funciona como un interruptor de encendido y apagado de las etiquetas; en un sistema más sofisticado, la señal de RF del lector puede contener comandos a ser ejecutados

por la etiqueta, instrucciones para leer o escribir sobre la memoria de la etiqueta, e incluso contraseñas para el establecimiento de la comunicación.

Inicialmente, los lectores de etiquetas RFID fueron diseñados para sólo lectura de un tipo particular de etiquetas; sin embargo, actualmente existen lectores denominados “multimodo” que son capaces de leer varios y diferentes tipos de etiquetas, por esta razón en los últimos años su popularidad se ha incrementado notablemente.

Los lectores RFID generalmente pasan encendidos la mayor parte del tiempo transmitiendo continuamente señales eléctricas, esperando respuestas de las etiquetas RFID que se encuentren en su campo de operación.

Un lector de etiquetas por lo general tiene conexión de red para enviar la información receptada de las etiquetas RFID hacia un host.

2.2.2.7.1 Componentes del lector RFID

En la Figura 2.17 se puede apreciar las partes constitutivas de un lector RFID; dentro del sistema RFID el lector es la parte más importante.

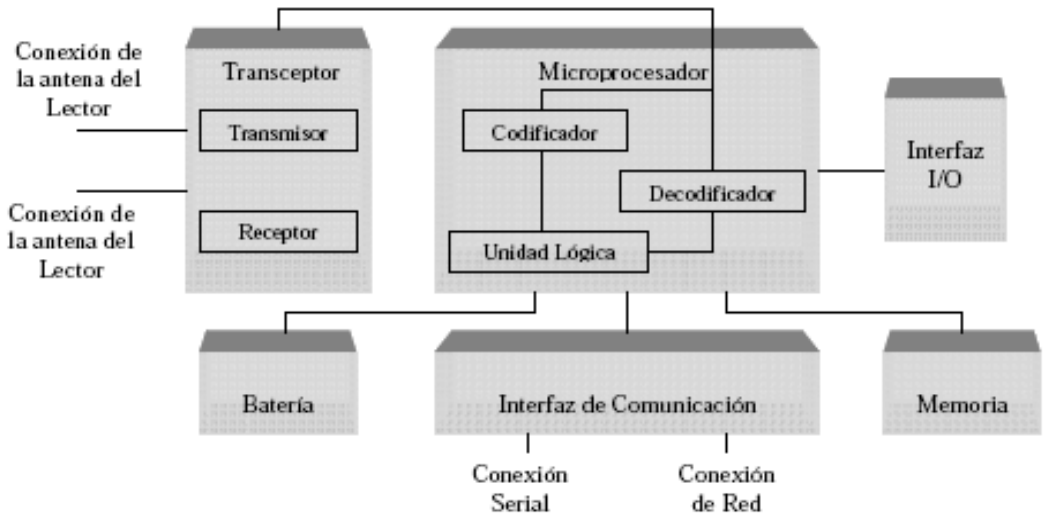


Figura 2.17 Componentes de un lector de etiquetas RFID[17]

Transceptor

Se conforma por dos componentes que son:

- **Transmisor,** transmite hacia el entorno la señal de AC y el ciclo de reloj a través de las antenas con el objetivo de leer las etiquetas RFID. Físicamente la antena está conectada a este módulo y algunos diseños soportan más de una antena.

- **Receptor,** recibe la señal analógica de las etiquetas RFID por medio de la antena para posteriormente dirigirla al microprocesador del lector donde se transformará a señal digital.

Microprocesador

Este dispositivo es el responsable de implementar los protocolos de comunicación con las etiquetas.

Memoria

Dependiendo de la aplicación, puede almacenar diversa información, como por ejemplo los parámetros de configuración del lector, además se utiliza para no perder toda la información leída de una etiqueta RFID cuando exista algún fallo en la comunicación entre el lector y el controlador.

Interfaces de Entrada y Salida para Sensores Externos o Actuadores

Estas interfaces de entrada y salida se utilizan para activar alarmas a través de la utilización de sensores o actuadores que detectan la presencia de objetos y activan al lector.

El lector no necesariamente debe estar encendido todo el tiempo, si lo amerita el caso pude ser encendido y apagado automáticamente mediante la introducción de un sensor cuando detecte algún evento producido en el exterior; esto se debe al gasto injustificado de energía que produce la continua emisión de señales para realizar la lectura de etiquetas RFID.

Un indicador es una señal electrónica, son ejemplos de indicadores las alarmas audibles, señales luminosas, etc.; en un caso práctico, un conjunto de luces podría ayudar a diferenciar distintos estados de operación siendo cada estado de un color diferente, por ejemplo el rojo indicaría que hay una etiqueta inválida o defectuosa en la zona de lectura, verde podría indicar que es una etiqueta válida y amarillo podría informar que se ha interrumpido la conexión entre el lector y el controlador.

Un actuador es un dispositivo mecánico que se utiliza para controlar o mover objetos, como son los PLCs, utilizados ampliamente en las plantas de producción, los brazos de robot, los brazos mecánicos para el acceso de una entrada, etc. Anunciadores y actuadores pueden también ser usados para proveer algún tipo de salida local desde un sistema RFID, como las alarmas audiovisuales en caso de un error de lectura, abriendo una entrada en caso de una lectura exitosa, etc.

Controlador

Este dispositivo suele ser externo al lector, aunque en la actualidad cada vez se integra el controlador de manera parcial o total dentro del mismo lector. El controlador utiliza datos identificativos de la etiqueta RFID para realizar algunas operaciones, como por ejemplo: mostrar el precio de un objeto, abrir una puerta de acceso o activar una alarma.

El controlador provee el enlace de comunicación esencial entre el lector y las entidades externas. La funcionalidad del controlador puede estar totalmente dentro del lector o puede actuar como un componente individual y comunicarse con uno o más lectores. Adicionalmente el controlador provee o utiliza interfaces de comunicación como por ejemplo: RS232, RS422, RS423, RS485, IEEE 802.11b, USB, entre otros, para interactuar con las entidades externas.

Interfaz de Comunicación

Facilita la comunicación entre el lector y las entidades externas, permite el envío de la información obtenida de la etiqueta RFID y recepción de comandos que se traducen en acciones, como por ejemplo escribir en la etiqueta RFID. La interfaz

comúnmente utilizada en la comunicación es serial, no obstante actualmente también se utiliza la interfaz de red.

Lector con Interfaz Serial

Se utiliza el puerto serial para comunicarse con una aplicación, se conecta físicamente con un ordenador (PC) a través de las interfaces RS-232, RS-485 o USB. El principal inconveniente es la limitada longitud del cable, además debe considerase la tasa de transmisión de datos que es relativamente baja.

Lector con Interfaz de Red

Se comunica con un host a través de medios de comunicación guiados o inalámbricos de tal forma que no depende de la longitud del cable, actúa como un dispositivo de red independientemente del hardware utilizado, por tal razón disminuyen los costos de mantenimiento, la única desventaja es la no fiabilidad de la comunicación en comparación con lectores de puerto serial.

Fuente de Alimentación

Este elemento proporciona la alimentación a todos los componentes del lector de etiquetas, usualmente posee una conexión a la red eléctrica, sin embargo en muchas aplicaciones se encuentra una batería interna como sistema de back up.

Antena

La capa física de un sistema RFID consiste de varios radioenlaces y antenas para acoplar el lector a la etiqueta RFID con el fin de transferir la información. La energía de las ondas de radio está determinada por dos características fundamentales; la frecuencia y la potencia de operación, cada onda de radio opera en diferente frecuencia y por ende posee diferente longitud de onda[19].

En la Tabla 2.3, se presenta la longitud de onda para cada banda de frecuencia en las que se aplica la tecnología RFID.

[19] La longitud de onda de una onda de radio es igual a la velocidad de la luz en el vacío ($3x10^8$ m/s), dividida para la frecuencia de operación.

Banda	Frecuencia de Operación	Longitud de Onda	Uso Común
LF	125-134.2 KHz	2400 m	Animales y accesos sin llaves
HF	13.56 MHz	22 m	
UHF	865.5-867.6 MHz (Europa) 915 MHz (EEUU) 950-956 MHz (Japón)	32.8 cm	Tarjetas inteligentes, logística y manejo de inventarios
ISM	2.4 GHz	12.5 cm	Manejo de inventarios (control de productos)

Tabla 2.3 Bandas de frecuencia, longitudes de onda y usos comunes[17]

Dependiendo de la aplicación del sistema, algunos lectores pueden llevar integrada la antena (ver Figura 2.18) y en otros casos la antena suele estar separada físicamente del lector y conectada con éste a través de un cable, un lector puede soportar varias antenas a la vez.

En un medio pasivo la antena del lector crea el campo electromagnético induciendo corriente en la antena de la etiqueta RFID, por tal motivo, para realizar la lectura de una etiqueta, ésta deberá estar próxima a la antena del lector.

Rango de la Antena.- El rango de lectura de la antena es la zona o región donde se tiene una lectura efectiva de las etiquetas RFID.

Figura 2.18 Rango de la antena del lector RFID[17]

En aplicaciones reales, el rango de la antena no es uniforme y presenta algunas deformaciones con zonas muertas incluidas (ver Figura 2.19), donde no es posible realizar la lectura de la etiqueta RFID. Estas zonas se deben a interferencias destructivas a la hora de generar la señal, por tal motivo es importante determinar el rango de acción de la antena del lector.

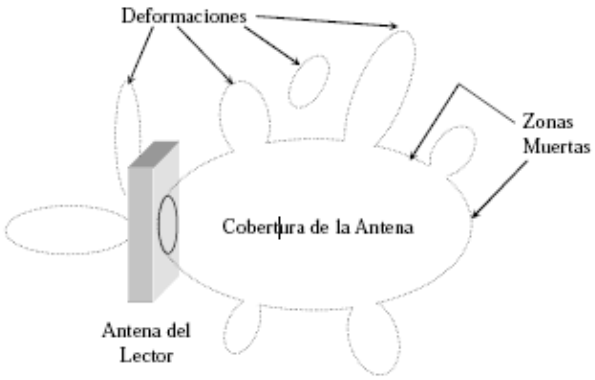


Figura 2.19 Deformaciones y zonas muertas en el rango de lectura[17]

Polarización de la Antena.- La polarización de la antena es la dirección de oscilación en que las ondas son emitidas (ver Figura 2.20). Este aspecto es importante para el rango o alcance de lectura.

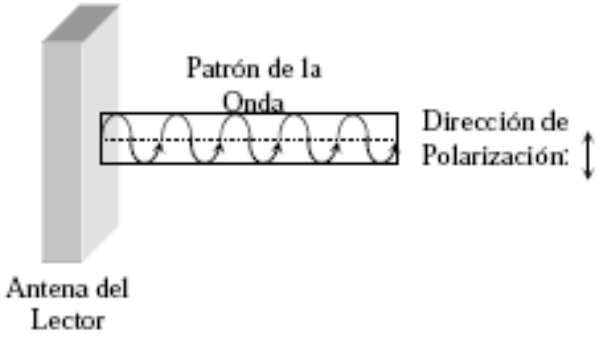


Figura 2.20 Dirección de oscilación de la antena del lector[17]

Existen dos tipos de polarización la lineal y la circular. La polarización lineal generalmente tiene más alcance, pero es más sensible a la orientación de la etiqueta RFID con relación a la dirección de polarización, se la utiliza solamente si la orientación de la etiqueta está predefinida. En la Figura 2.21 se muestra la orientación de las etiqueta RFID para este tipo de polarización.

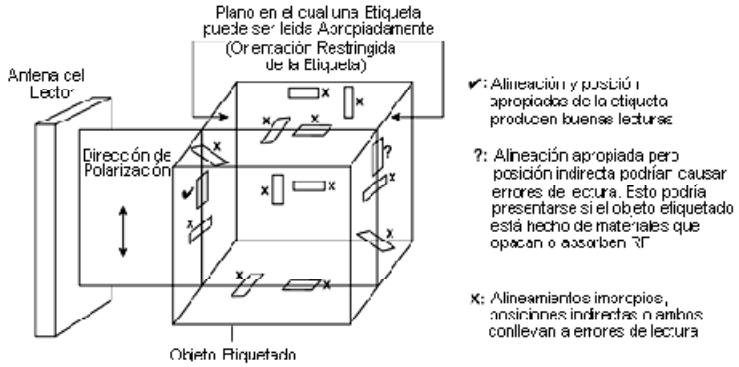


Figura 2.21 Orientación de la antena con polarización lineal[17]

La polarización circular, por otro lado, utiliza un patrón de radiación circular constituido por dos ondas de igual amplitud con una diferencia de fase de 90º. Esta polarización no se ve afectada por la orientación de la etiqueta RFID y cubre una mayor área (ver Figura 2.22).

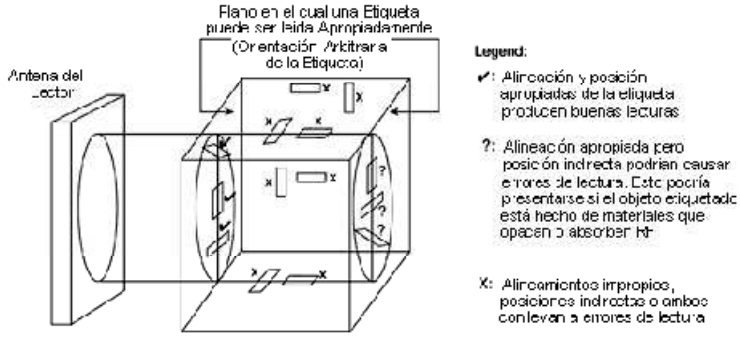


Figura 2.22 Orientación de la antena con polarización circular[17]

2.2.2.8 Estándares[20]

Como se mencionó anteriormente, los estándares permiten la interoperabilidad entre equipos de distintas marcas. En el caso de la tecnología RFID se nombrarán los estándares de mayor relevancia.

- ***ISO/IEC 10536 Identification cards – Contactless integrated circuit cards,*** esta normalización es para tarjetas de identificación inteligentes que operan a 13,56 MHz. Describe sus características físicas, dimensiones, localizaciones de las áreas de lectura (alcance de lectura), las señales

[20] PROYECTO DE TITULACIÓN.VALDIVIESO CARAGUAY Ángel Leonardo. Diseño de un Sistema Rotativo Tarifado para el Parque Central de la Cuidad de Loja. Octubre 2008. EPN

electrónicas y los procedimientos de reset, las respuestas de reset y el protocolo de transmisión.

- ***ISO/IEC 14443 Identification cards – proximity integrated circuit cards,*** estándar desarrollado para tarjetas de identificación inteligentes con alcance superior a un metro, utilizando la frecuencia de 13,56 MHz. Describe las características físicas, el interfaz aéreo, la inicialización y anticolisión, y el protocolo de transmisión.

- ***ISO/IEC 15693 Contactless integrated circuit cards – Vicinity cards,*** se desarrollan las características físicas, la interfaz aérea y los protocolos de transmisión y anticolisión para tarjetas sin contacto con circuitos integrados en la banda HF (13,56 MHz).

Estándares para la gestión a nivel unidad:

- ***ISO/IEC 15961 RFID for item management – Data protocol: application inteface*****,** maneja los comandos funcionales comunes y características de sintaxis, por ejemplo, tipos de tags, formatos de almacenamiento de datos, o compresión de los datos. Los estándares de interfaz aérea no afectan a este estándar.

- ***ISO/IEC 15962 RFID for item management – Protocol: Data encoding rules and logical memory functions*****,** dirigido al procedimiento que el sistema RFID utiliza para intercambiar información de la gestión a nivel de unidad. Crea un formato de datos uniforme y correcto, una estructura de comandos y procesamiento de errores.

- ***ISO/IEC 15963 for item management – Unique identification of RF tag*****,** se dirige al sistema de numeración, el proceso de registro y uso del tag RFID. Se ha diseñado para el control de calidad durante el proceso de fabricación. También está dirigido al seguimiento de los tags RFID durante este proceso, su ciclo de vida y control para anticolisión de varios tags en

la zona de interrogación (zona de lectura de los tags), donde son leídos por el lector RFID.

- ***ISO/IEC 19762: Harmonized vocabulary – Part 3: radio-frequency identification,*** documento que proporciona términos generales y definiciones en el área de la identificación automática y técnicas de captura de datos, con secciones especializadas en varios campos técnicos, al igual que términos esenciales para ser usados por usuarios no especializados en comunicaciones.

- ***ISO/IEC 18000 Air inteface standards,*** diseñada para crear una interoperabilidad global, donde se define la comunicación entre los tags y los lectores. Incluyendo diferentes frecuencias de trabajo.

- ***ISO/IEC 18001 RFID for Item Management - Application Requirements Profiles,*** proporciona el resultado de tres estudios para identificar aplicaciones y usos de la tecnología RFID con gestión a nivel unidad de artículo, con una clasificación resultante según diferentes parámetros operacionales, incluyendo el rango de operación, tamaño de la memoria, etc. También se tiene una breve explicación de los temas asociados con los parámetros de distancias, número de tags dentro del campo de interrogación, etc. Se incluye una clasificación de los tipos de tags según las aplicaciones.

- ***EPC™ Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID,*** creado por EPC global, *joint venture* entre EAN (*European Article Numbering*) y UCC (*Uniform Code Council*), y tecnología desarrollada por Auto – ID Center; en este documento se desarrolla el estándar para el protocolo de interfaz aérea de comunicación entre el tag y el lector.

- ***13.56 MHz ISM Band Class 1 Radio Frequency (RF) Identification Tag Interface Specification,*** desarrollado por EPC global para definir la interfaz de comunicación y el protocolo para la clase 1 en 13,56MHz.

Incluye los requerimientos de los tags y lectores para establecer comunicaciones en dicha banda de frecuencias.

- ***EPC Gen 2,*** es la abreviatura de “EPCglobal UHF Generation 2”. El estándar Gen 2 de EPCglobal aprobado en diciembre de 2004, y es probable que llegue a formar la espina dorsal de los estándares en etiquetas RFID de ahora en adelante, ya que cuenta con mejoras con respecto a velocidades de transmisión, rango de operación, seguridad y confiabilidad de datos.

- ***Application Level Event (ALE) Specification Version 1.0*****,** estándar desarrollado por EPC global que especifica un interfaz a través de la cual se filtra y consolida códigos electrónicos EPC (*Electronic Product Code*) con origen de varios dispositivos.

2.3 TIPOS DE TELE-PEAJE

Una vez que se ha hecho un análisis de las tecnologías utilizadas actualmente en los tele-peajes, se describirá el funcionamiento de algunos tipos de estos peajes automáticos; de esta manera se podrá decidir qué tipo de tele-peaje se acopla más a las necesidades de la provincia de Loja.

2.3.1 TELE-PEAJE ALEMÁN (TOLL COLLECT)[21]

Este tipo de tele-peaje se usa en Alemania, la característica clave del sistema es el registro automático: Un equipo instalado en el camión reconoce, a través de señales de satélite GPS (*Global Positioning System*) y otros sensores de localización, los tramos con peaje obligatorio que recorre el vehículo.

La OBU (*On-Board Unit*) determina la posición del camión, a continuación, el equipo calcula el importe del peaje en base a las indicaciones del usuario (número

[21] http:www.toll-collect.de/laendereinstieg/tcrdifr014_laendereinstieg.jsp?display=es&locale=en
PDF: web_einfuhrungstex_esp

de ejes y categoría según las emisiones) y transmite el resultado por telefonía móvil al centro de cálculos de Toll Collect.

2.3.1.1 Inscripción

Los usuarios inscritos pueden escoger entre tres tipos de registro. El registro automático a través de un equipo (es la forma más simple de pagar el peaje), el registro manual a través de Internet y el registro en una terminal de cobro del peaje.

Después de haberse inscrito, la empresa recibe por cada camión una tarjeta del vehículo (tarjeta chip) donde se encuentran almacenados todos los datos necesarios para la recaudación del peaje como: la matrícula del vehículo, el país de matriculación, la categoría según las emisiones, el número de ejes y el peso máximo autorizado del vehículo tractor.

En esta tarjeta del vehículo también se puede guardar la forma de pago preferida del usuario. La tarjeta del vehículo únicamente es prestada al usuario por Toll Collect (ver Figura 2.27).

Figura 2.23 Tarjeta chip[21]

2.3.1.2 Tipos de registro

El peaje solamente se paga por la utilización de las carreteras con peaje obligatorio. El sistema desarrollado por Toll Collect para la recaudación del peaje funciona según este principio. La empresa ofrece a los usuarios tres tipos de registro:

- El registro automático por medio de un equipo instalado en el vehículo (*On-Board Unit, OBU*),

- El registro manual en una terminal de cobro de peaje,
- El registro manual a través de Internet.

Instalación del equipo en el vehículo

El usuario acuerda la instalación de un equipo con uno de los centros de asistencia técnica autorizados de Toll Collect. Estos talleres seleccionados y formados específicamente para este fin se encuentran a disposición en toda Alemania y en otros países europeos.

El tiempo necesario para la instalación es, por lo general, de cuatro horas como máximo por vehículo. Además del montaje del equipo, la instalación abarca los siguientes pasos:

- Personalización de la OBU a través del centro de asistencia técnica (transmisión de los datos del vehículo y del usuario según la tarjeta del vehículo),
- Tendido del cable de antena e instalación de la antena
- Conexión al tacómetro
- Conexión a la red de a bordo
- Montaje del equipo
- Viaje de prueba e instrucción del usuario
- Confirmación de la instalación debida del equipo mediante certificado de instalación por parte del usuario y del centro de asistencia técnica.

Figura 2.24 Equipo superpuesto (OBU, del inglés *On-Board Unit*)[21]

Equipo superpuesto: Esta OBU se instala sobre el tablero de instrumentos. El equipo incluye un módulo DSRC, que permite la transmisión de los datos de la OBU a los puentes de control.

Equipo para incrustar: La OBU de este tipo se incrusta, de forma parecida a una radio. Durante el montaje, se coloca además un módulo DSRC en el parabrisas.

Figura 2.25 Equipo para incrustar (OBU, del inglés *On-Board Unit*)[21]

Con ambos tipos de equipo se monta una antena combinada en el techo del camión. A través de esta antena se recibe la señal GPS y se transmiten los datos por telefonía móvil al centro de cálculos de Toll Collect.

Funcionamiento del equipo

La OBU se enciende automáticamente al conectar el encendido del vehículo. El conductor tiene la obligación de revisar los datos ingresados (por ejemplo el número de ejes) antes de iniciar el viaje y de corregirlos en caso de ser necesario. Por regla general, queda guardada la configuración del último viaje.

Una vez conectado el encendido y revisados los datos y confirmados con “OK” por parte del conductor, el sistema de peaje automático del vehículo queda activado. Para la recaudación automática del peaje, el equipo del vehículo recibe continuamente datos de posición mediante señales GPS. De esta manera, la OBU reconoce dónde se encuentra el camión y compara continuamente esta posición con los mapas almacenados en el equipo.

2.3.2 TELE-PEAJE ESPAÑOL (VIA-T)[22]

Se conoce como VIA-T al sistema de tele-peaje implantado en la mayoría de las autopistas de peaje en España, este sistema permite abonar el peaje sin necesidad de detener el vehículo, para poder usar este sistema se necesita un dispositivo electrónico VIA-T que se debe colocar en el parabrisas del vehículo, los vehículos equipados con un dispositivo VIA-T pueden circular por las vías de la estación de peaje en las que se admita este sistema de pago.

En estas vías, una antena lee los datos del dispositivo VIA-T mediante microondas de corto alcance (DSRC), estos datos son procesados y enviados a una base de datos donde se carga, a una cuenta o tarjeta vinculada, el importe correspondiente al paso por la autopista.

2.3.2.1 Funcionamiento del sistema VIA-T

En la Figura 2.26, se puede observar que cuando un vehículo equipado con el dispositivo VIA-T pasa por una vía de peaje dotada de VIA-T, una antena detecta su paso y carga automáticamente el peaje correspondiente a la cuenta o tarjeta que el usuario ha asociado a su dispositivo.

Cuando la antena ha leído correctamente el dispositivo VIA-T colocado en el vehículo (ver Figura 2.26 (b)), éste emite un único pitido para confirmar que la operación se ha realizado satisfactoriamente (ver Figura 2.26 (c)), pone en verde el semáforo y sube la barrera de seguridad (ver Figura 2.26 (d)), el vehículo podrá cruzar el peaje a una velocidad entre 20 y 40 km/h (ver Figura 2.26 (a)), si no emite pitido alguno o emite más de uno, significa que la lectura ha tenido errores o no se ha producido, por lo que el semáforo se queda en rojo y la barrera bajada.

Al entrar en los tramos de autopista con un sistema de peaje cerrado, es decir en los que se recoge un ticket, se utiliza el mismo sistema de pago al entrar y al salir de la autopista.

[22] http://www.viat.es

Figura 2.26 (a) El vehículo se aproxima al tele-peaje a una velocidad máxima de 40 Km/h[22]

Figura 2.26 (b) Antena y transmisor intercambian una señal y el sistema identifica al titular del dispositivo instalado en el vehículo[22]

Figura 2.26 (c) El sistema carga el importe del peaje en la cuenta del abonado[22]

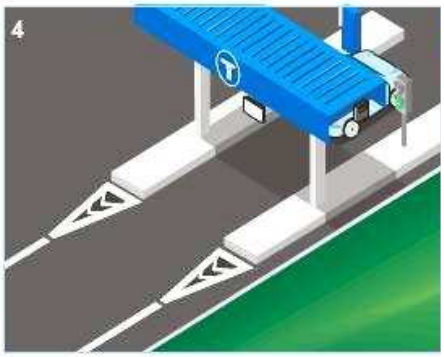


Figura 2.26 (d) El semáforo se pone en verde y se abre la barrera[22]

2.3.2.2 Instalación de la tarjeta VIA-T[23]

La tarjeta **VIA-T** llamada también **OBE** (ver Figura 2.34), es un sistema de tele-peaje utilizado en las autopistas de peaje españolas para realizar el pago del trayecto sin necesidad de detener el vehículo, ya que gracias a un dispositivo que se coloca en el vehículo y otro dispositivo de lectura electrónica situado en las estaciones de peaje, automáticamente se gestiona la apertura de la barrera de seguridad, así como el pago.

Figura 2.27 Tarjeta VIA-T[23]

En vehículos ligeros, la tarjeta Vía T debe colocarse en la parte superior central del interior del parabrisas a unos 5 centímetros del marco superior, detrás del espejo retrovisor. El soporte deberá dejarse instalado permanentemente en el parabrisas del vehículo.

En el caso de camiones o vehículos pesados, la tarjeta Vía T deberá colocarse en la parte inferior central interior del parabrisas en posición vertical, de esta manera tendrá mayor visibilidad para la antena que se encuentra en la parte superior de la estructura del peaje.

En la Figura 2.31 se puede apreciar los dos tipos de instalación.

Figura 2.28 Tarjeta VIA-T instalada[23]

[23] http://www.caixagalicia.es/wvio004_contenido/esp/docs/guiaviat.pdf

2.3.2.3 Señalización en la autopista

Si un usuario dispone del servicio VIA-T y quiere abonar el peaje mediante este sistema, lo único que tiene que hacer al llegar al área de peaje es dirigirse a una de las siguientes vías de tele-peaje:

EXCLUSIVAS: Estas vías están reservadas exclusivamente para usuarios del sistema de tele-peaje, para acceder por estas vías es obligatorio estar provisto de un dispositivo VIA-T operativo. La señal de tráfico que identifica este tipo de vía de peaje es circular, con una T blanca sobre fondo azul (ver Figura 2.36).

Figura 2.29 Señalización para vías **exclusivas**[23]

VÍAS MIXTAS: Se trata de vías en las que el tele-peaje VIA-T es aceptado como medio de pago, y en las que además se admiten otras formas de pago (tarjetas y/o efectivo). La señal de tráfico que identifica las vías mixtas es cuadrada, con una T blanca sobre fondo azul (ver Figura 2.37).

Figura 2.30 Señalización para vías **mixtas**[23]

2.3.2.4 Funcionamiento y formas de pago

Cuando el vehículo, equipado con la tarjeta Vía T, pasa por una vía de peaje dotada de este sistema, la antena lee la tarjeta Vía T y emite un único pitido para confirmar que la operación ha sido correcta, cambiándose el semáforo en verde y levantándose la barrera del peaje. Automáticamente se recibe un cargo por el

importe del peaje en la cuenta asociada a la tarjeta Vía-T. Este dispositivo permite dos formas de pago:

Pago a débito*:* se carga directamente en la cuenta asociada de la tarjeta Vía-T en el momento de recibir la operación.

Pago diferido*:* se acumulan las operaciones del mes, se cargan en un sólo apunte y se envía un resumen al domicilio del cliente con las operaciones que corresponden a ese cargo. El resumen sólo se emite si en el período que comprende se han realizado operaciones.

2.3.3 TELE-PEAJE ITALIANO (TELEPASS)[24]

Este tipo de tele-peaje está hoy en día implementado en varias autopistas de México y Colombia. Es un sistema electrónico de pago de peaje que le permite recorrer diversos tramos de la autopista sin necesidad de detener su vehículo ni utilizar efectivo en las casetas de cobro.

Con la tecnología de radio frecuencia a distancia, el sistema detecta mediante un dispositivo electrónico los datos del vehículo, los valida y permite el paso al usuario. Este mecanismo consiste en una calcomanía que debe adherirse al parabrisas del automóvil. TELEPASS es compatible con el sistema IAVE.

2.3.3.1 Funcionamiento del TELEPASS

Cada vez que el vehículo pasa por un carril TELEPASS, la información que se lee mediante una antena, se transmite al centro de operaciones donde se procesan todos los movimientos. Además un *display* que se encuentra ubicado en el carril dará información del saldo, como se indica a continuación:

- **Luz verde:** el cruce es válido tiene suficiente crédito.
- **Luz amarilla:** su saldo está a punto de agotarse.

[24] http://www.telepass.it

- **Luz roja:** su cruce es inválido y su saldo está agotado

2.3.3.2 Calcomanía TELEPASS

La calcomanía TELEPASS tiene las siguientes características:

- Se adhiere en el parabrisas para evitar robo, extravío y uso indebido en otros vehículos.
- Mayor alcance de identificación, lo cual agilita el cruce en del tele-peaje.
- Es compatible en toda la red de carretera donde se emplea el sistema IAVE.

2.3.3.3 Contratación del sistema TELEPASS

Al contratar el servicio, el cliente recibirá una calcomanía electrónica activada en el sistema por cada vehículo que tenga registrado. Posteriormente podrá utilizar los carriles de TELEPASS.

Además el sistema TELEPASS ofrece opciones que otorgan exclusividad y grandes beneficios como: ahorro, rapidez, seguridad y comodidad.

2.3.3.4 Forma de pago

La forma de pago de este sistema es prepago, esta modalidad permite al usuario adquirir la calcomanía TELEPASS y un saldo inicial por tramo de la autopista. Cada vez que el vehículo pase por el Tele-paje se descontará el monto respectivo correspondiente al trayecto recorrido. Este saldo es recargable en los módulos TELEPASS.

2.3.3.5 Requisitos para contratar el servicio TELEPASS

Los requisitos necesarios para contratar el servicio TELEPASS son:

- Identificación oficial con fotografía (IFE o pasaporte).
- Activación de la calcomanía en el tramo de autopista.

- Trámites administrativos.
- Calcomanía TELEPASS.

2.3.4 TELE-PEAJE ARGENTINO (SICTRANSCORE)[25]

El sistema de tele-peaje de SICTRANSCORE, brinda la posibilidad al usuario de pagar el importe al peaje sin detener el automóvil, esto se debe a la tecnología de radio frecuencia con la que cuenta el sistema. Al cruzar el vehículo por el tele-peaje, una antena detecta los datos de la calcomanía previamente adherida al parabrisas del vehículo y los valida, permitiendo o denegando el paso del vehículo, esto dependerá si la calcomanía cuenta o no con el saldo necesario para pagar el importe al peaje.

El conjunto integral permite:

- Registrar toda transacción y evento a nivel de vía.
- Establecer la comunicación vía - servidor de estación.
- Almacenar todos los datos relevantes generados a nivel de vía.
- Consultar la información almacenada.
- Establecer la comunicación servidor de estación - servidor del centro de control operativo.
- Procesar los datos recopilados.

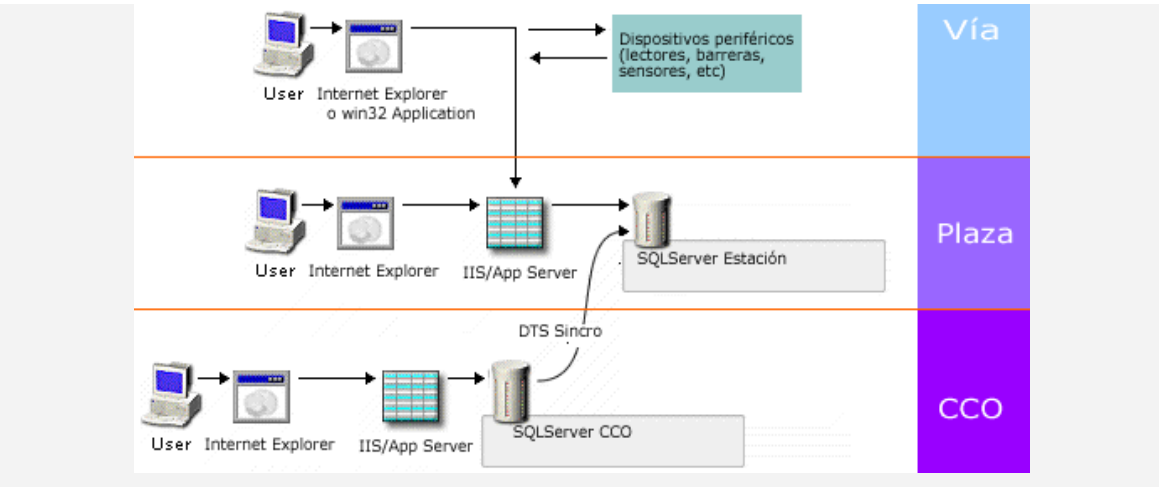


Figura 2.31 Esquema general del tele-peaje argentino[25]

[25] http://www.sictranscore.com.ar

La Figura 2.31 muestra el esquema completo de cómo es el comportamiento del tele-peaje argentino; primeramente los datos del usuario son obtenidos en la vía, luego son validados por una base de datos propia del tele-peaje, para que finalmente se almacene en una base de datos principal donde se detallan mensualmente todos los débitos realizados en los diferentes tele-peajes ubicados en la autopista.

2.3.4.1. Equipos controlados en la vía

En la Figura 2.32 se pueden apreciar los periféricos del sistema de tele-peaje de SICTRANSCORE.

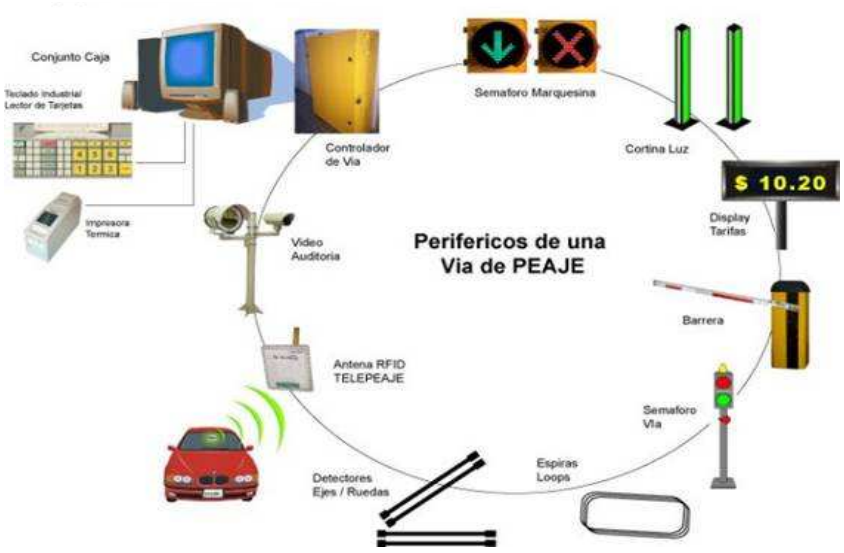


Figura 2.32 Periféricos de una vía de peaje argentino[25]

FUNCIONES PRINCIPALES:

- Clasificar los vehículos según su tipo y categoría.
- Cobrar el importe del peaje acorde con la tarifa vigente.
- Recibir pagos en efectivo, tarjetas de proximidad, etc.
- Entregar un recibo de la transacción.
- Indicar al usuario la categoría y tarifa cobrada.

- Verificar la clasificación correcta por medio de sensores dispuestos en la pista.
- Controlar los semáforos, las alarmas y la barrera electromecánica.
- Detectar altura, contabilizar ejes y detectar la existencia de rueda doble.
- Digitalizar y grabar una Imagen del paso en la VIA, para luego poder auditar la anomalía generada.
- Transmitir la información de las transacciones, datos operacionales e imágenes al local de control.
- Proveer funciones ON-LINE para el mantenimiento.
- Respaldar la alimentación alterna con una UPS con capacidad de mantener la pista funcionando por más de 20 minutos ante un corte de energía. Solo se tienen en cuenta los elementos de menor consumo (controlador de vía y sensores de pista).

En los casos que se realice la transacción automáticamente (tele-peaje), el sistema debe además permitir:

- Cobrar la tarifa de peaje sin intervención del cajero.
- Capacidad para operar en modo prepago (descuenta del saldo el monto).
- Verificar que la categoría tabulada corresponda con la definida en el dispositivo.

2.4 COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN LOS DIFERENTES TIPOS DE TELE-PEAJES

Las tecnologías que utilizan los diferentes tipos de tele-peajes son básicamente dos DSRC y RFID. Cada empresa que se dedica a la implementación de tele-peajes posee sus propios diseños; así mismo, en la actualidad existen diseños básicos y otros muy complejos, esto dependerá de los requerimientos que se impongan a la empresa contratada para la implementación.

En la siguiente tabla, se puede apreciar el tipo de tecnología que utiliza cada tele-peaje mencionado anteriormente.

Tele-peaje	Tecnología	Aplicaciones de la tecnología
TOLL COLLECT	DSRC y GPS	Débito del importe al peaje en cada tele-peaje o únicamente se cobra por los tramos de carretera que se recorrieron.
VIA-T	DSRC	Débito del importe al peaje en cada tele-peaje.
TELEPASS	RFID	Débito del importe al peaje en cada tele-peaje
SICTRANSCORE	RFID	Débito del importe al peaje en cada tele-peaje

Tabla 2.4 Tecnologías utilizadas por los diferentes tipos de tele-peajes[26]

Como se puede apreciar en la tabla 2.4, la tecnología que utiliza cada tipo de tele-peaje es la encargada de cobrar el importe al peaje; por otra parte se observa que, Toll Collect además de usar DSRC también usa el GPS (*Global Positioning System*) para cobrar el importe al peaje calculando los tramos recorridos por el automóvil.

Los demás tipos de tele-peajes no utilizan GPS, únicamente se limitan a cobrar el importe al peaje en los lugares establecidos para este propósito, la diferencia de la tecnología que utiliza Toll Collect y Via-T con la que utiliza Telepass y Sictranscore se basa principalmente en la distancia, ya que DSRC puede llegar a distancias menores o iguales a 1000m, en cambio las distancias que alcanza RFID no sobrepasan los 30m (esto en etiquetas RFID activas).

2.5 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)[27]

Dentro de la estructura de cualquier diseño de un tele-peaje, siempre existe un dispositivo que permite controlar los periféricos en la vía (barreras, semáforos,

[26] Elaboración propia del autor
[27] www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../CAPITULOS.doc

clasificadores vehiculares, entre otros.), a este dispositivo se lo conoce como controlador de vía. Un controlador de vía puede ser un PLC.

El PLC es el autómata programable más utilizado en la industria, su función consiste en realizar la parte inteligente del control automático. Además este controlador realiza el control del proceso para el cual fue programado, pero no permite la visualización del mismo en pantallas, este inconveniente se soluciona colocando terminales que permitan dicha visualización en una computadora, o panel de operador.

El PLC permite utilizar software de programación cuyas funciones se repiten ordenadamente, brindando la posibilidad de responder a cualquier cambio que se quisiera dar a las condiciones del sistema.

La Unidad Central de procesamiento (CPU) del PLC (ver Figura 2.33) durante el control del proceso realiza de forma continua y secuencial tres funciones básicas:

1. Lectura de las entradas
2. Ejecución del programa
3. Actualización de las salidas

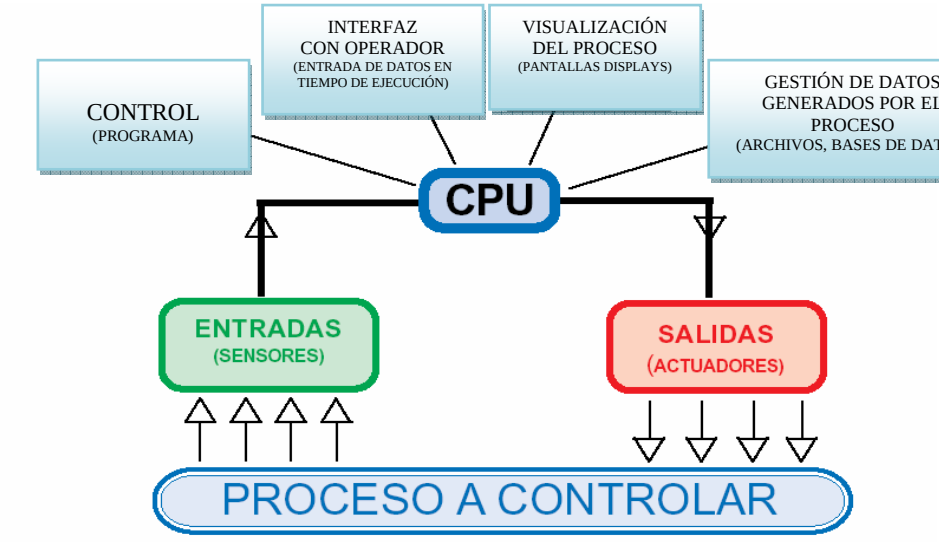


Figura 2.33 Diagrama de Bloques del PLC[27]

2.5.1 ESTRUCTURA BÁSICA DE UN PLC

Como se muestra en la Figura 2.33, la estructura básica del PLC se compone de:

- Las entradas
- Las salidas
- El CPU

Las entradas y salidas son los elementos que conectan al Procesador Central (CPU) del PLC con el proceso que se va a controlar.

Las entradas llevan datos desde el exterior hacia el CPU (ver Figura 2.34), éstas pueden ser discretas o analógicas y habitualmente son valores de voltajes o de corrientes procedentes de los módulos de entradas que se utilicen para controlar el proceso.

Se llaman discretas cuando solo se discriminan dos casos posibles: encendido o apagado (On/Off). Por ejemplo si un botón está pulsado o no, si el nivel de un tanque está por encima o por debajo del mínimo.

Se llaman analógicas cuando hay un rango de valores posibles. Por ejemplo la temperatura de un ambiente, el grado de acidez de un líquido, etc.

Se usan como entradas sensores o detectores de temperatura, de presión, de caudal, de color, de intensidad de luz, de nivel, de distancia, de proximidad, de interrupción de haz infrarrojo, entre otros.

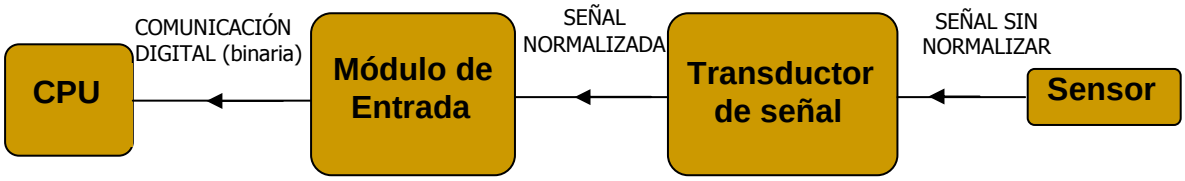


Figura 2.34 Diagrama esquemático de una Entrada[27]

Las salidas llevan órdenes desde la CPU hacia los módulos de salidas de la máquina o proceso a controlar (ver Figura 2.35), pueden ser discretas o analógicas.

Se llaman discretas cuando sólo se discriminan dos casos posibles (ON/ OFF). Por ejemplo encendido y apagado de luces, marcha y parada de motores, etc.

Son analógicas cuando se discrimina un rango de valores posibles, por ejemplo variación de la intensidad de luz que emite una lámpara, marcha de un motor a distintas velocidades, etc.

Como salidas se puede utilizar actuadores para el encendido de luces, contactores o relés para marcha o paro de motores, válvulas a solenoide para control de paso de fluidos, relés de estado sólido, variadores de velocidad de motores, variadores de intensidad de iluminación, etc.

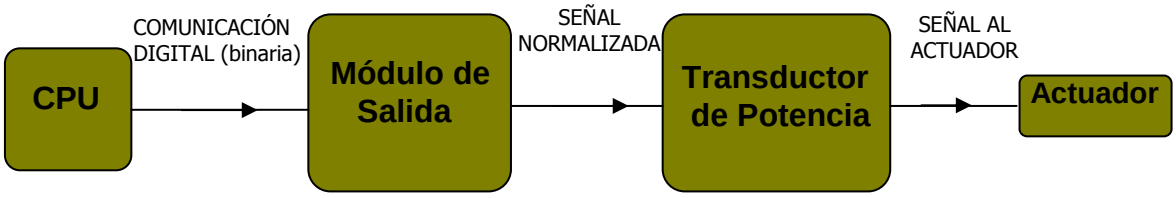


Figura 2.35 Diagrama esquemático de una Salida[27]

La CPU ejecuta el programa residente en memoria, tomando como variables de entrada al programa, a las entradas de campo que censan el estado de diferentes dispositivos, como resultado de la interacción de la resolución del programa con esos valores de entradas, genera valores de salida, que a través de las salidas de campo accionan diversos equipos.

2.5.2 ELECCIÓN DEL PLC

Para elegir un PLC es importante tener en cuenta lo siguiente:

- El número de variables que intervienen en el proceso.

- Tipos de variables del proceso (variables discretas y/o analógicas, voltajes, corriente).
- Instrumentación de campo a ser utilizada.
- Distancia entre los periféricos y el PLC.
- Distancia entre el PLC y la computadora de virtualización.
- Velocidad de transmisión de información a través de la red (esto depende de la cantidad de variables que se desee transmitir).
- Dimensión del procesador de acuerdo al tipo de control a programar y variables.

2.6 CONTROLADOR DE AUTOMATIZACIÓN PROGRAMABLE (PAC)[28]

Una segunda opción para controlar los periféricos en la vía de un tele-peaje es un PAC, este dispositivo es mucho más utilizado en este tipo de aplicaciones.

Un **PAC** (***P****rogrammable* ***A****utomation* ***C****ontroller*) es una tecnología industrial orientada al control automatizado, al diseño de prototipos y a la medición. El PAC se refiere al conjunto formado por un controlador (una CPU típicamente), módulos de entradas y salidas, y uno o múltiples buses de datos que lo interconectan todo.

Este controlador combina eficientemente la fiabilidad de control de un autómata (controlador lógico programable o PLC) junto a la flexibilidad de monitorización y cálculo de un PC. Los PACs se utilizan en el ámbito industrial, para control de máquinas y procesos. Los PACs se comunican usando los protocolos de red abiertos como TCP/IP.

Las principales características de los PACs son[29]:

- **Funcionalidad multidominio,** por lo menos dos de lógica, movimiento, control PID, controladores y procesos en una sola plataforma
- **Una sola plataforma de desarrollo multidisciplinaria** incorporando etiquetas comunes y una sola base de datos para acceso a todos los parámetros y funciones

[28] http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_de_Automatizaci%C3%B3n_Programable
[29] http://zone.ni.com/devzone/cda/pub/p/id/302

- **Herramientas de software que permitan el diseño basado en el flujo de procesos a través de varias máquinas o unidades de proceso,** junto con IEC 61131-3[30], guías de usuario y administración de datos
- **Arquitectura modular abierta** que refleje las aplicaciones industriales desde esquemas de máquinas en factorías hasta operaciones de unidades en plantas de proceso
- **Empleo de los estándares para interfaces de red de trabajo, lenguajes, etc.,** tales como TCP/IP, OPC, XML y solicitudes SQL

En la Tabla 2.5, se puede apreciar un cuadro comparativo entre el PLC, el PAC y el PC.

Cuadro de comparación	PLC	PAC	PC
Soporta shocks eléctricos y vibración	x	x	
Seguridad y escalabilidad	x	x	
Rangos de temperatura industriales	x	x	
Trabajo en tiempo real	x	x	
Entradas de fuente de poder redundantes	x	x	
Set de drivers completos para Windows			x
Procesador de punto flotante		x	x
Memoria no volátil		x	x
Facilidad en la programación		x	x
Conectividad a Ethernet vía WEB		x	x

Tabla 2.5 Cuadro comparativo entre PLC, PAC y PC[31]

La comparación de la Tabla 2.5 demuestra que el PAC es la mejor opción para realizar el control de los periféricos en la vía de un tele-peaje, ya que es la fusión de un PLC con un PC, brindando de esta manera todas las ventajas que ofrecen ambos.

[30] IEC 61131-3, es la base para estandarizar los lenguajes de programación en la automatización industrial, haciendo el trabajo independiente de cualquier compañía.

[31] http://sig.utpl.edu.ec/download/data/Revista8.pdf

CAPÍTULO 3
DISEÑO DEL SISTEMA DE TELE-PEAJE

3.1 TIPO DE TECNOLOGÍA A UTILIZAR

Para el diseño del tele-peaje en la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto es fundamental escoger la tecnología que mejor se adapte a las condiciones de dicha vía, para ello se toman en cuenta los siguientes aspectos:

a) ***Estructura del actual peaje,*** de la estructura del peaje se puede obtener información en lo que tiene que ver a altura máxima, ancho de cada carril (actualmente tres), distancias desde las dos cabinas de cobro ubicadas en la carretera, hasta cada una de las cabinas ubicadas al extremo izquierdo en el sentido Loja-Catamayo (cabina de control y cabina de la policía nacional).

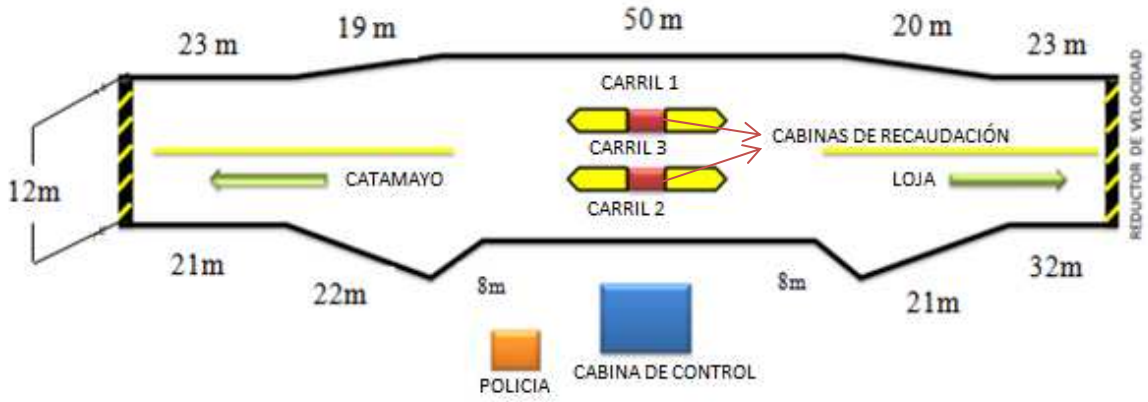


Figura 3.1 Diagrama del actual peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto[26]

b) ***Formas de Pago,*** actualmente en la provincia de Loja el peaje se lo hace de una forma manual donde intervienen dos personas el que “paga” y el que “cobra”. El sistema de tele-peaje ayudará a disminuir este proceso, por tal razón el presente diseño optará por otro tipo de pago que es el

prepago[32], que permitirá al conductor no detener el vehículo cuando atraviese el peaje.

c) ***Requerimientos del Gobierno Provincial de Loja,*** debido a la mala funcionalidad del actual peaje, y a las grandes colas de automóviles que se forman a lo largo de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto, las personas del Gobierno Provincial de Loja encargadas del peaje, requirieron un diseño que sea capaz de monitorizar en tiempo real el peaje, que se disminuya el cobro manual del importe al peaje, y que exista un medio de comunicación de datos entre el peaje y el Gobierno Provincial de Loja, ya que actualmente no existe. Además se pidió que para el presente diseño se utilicen los equipos que actualmente posee el peaje y de esta manera disminuir los costos en el presupuesto que posteriormente se realice; así mismo, se solicitó que la marca de los PCs y de los servidores sea HP ya que actualmente se utiliza esta marca en la institución.

El sistema RFID se adapta perfectamente a los requerimientos del nuevo sistema de tele-peaje de la Provincia de Loja, ya que sus especificaciones técnicas en cuanto al alcance para la lectura de los tag cumplen con las condiciones necesarias para ser usado en la implementación del tele-peaje. Sin embargo, éste deberá funcionar a una velocidad moderada (en la actualidad los tele-peajes que utilizan RFID recomiendan que el vehículo vaya a una velocidad de 20km/h con una separación de 20m entre vehículo y vehículo) y es de un costo menor comparado con la tecnología DSRC.

En la actualidad, se ha comprobado que los tags RFID pueden ser clonados. Chris Paget, un experto en seguridad informática, experimentó con un sistema de componentes de bajo costo valorados en 250 dólares americanos, el cual contenía todo lo necesario para captar y clonar tags RFID, obteniendo excelentes resultados, llegando a clonar dos tag RFID cercanos a su recorrido[33].

---

[32] **Prepago*:*** este tipo de pago permite recargar el tag, con un monto específico de dólares a utilizarse mientras se atraviesa el tele-peaje

[33] http://www.idautomatica.com/informacion-tecnica/pasaporte-rfid-clonado.php

Debido a que los tags RFID son vulnerables a la clonación, el tipo de tecnología que se utilizará en el presente proyecto será DSRC, ya que estos tags manejan autenticación mutua para evitar falsificaciones. De esta forma se evitará la clonación de los tags, garantizando la privacidad de los datos.

La tecnología DSRC, se diseñó específicamente para aplicaciones vehiculares (vehículo a vehículo y vehículo a infraestructura), por esta razón las antenas pueden leer los tags a velocidades mayores a los 80km/h y alcanzan mayores distancias comparándolas con las antenas RFID.

3.2 DISEÑO DEL TELE-PEAJE

El diseño se realizará con la tecnología DSRC, la cual se analizó anteriormente. A continuación se presenta un diagrama del actual peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto (ver Figura 3.2), con la ayuda de este gráfico se puede proponer el diseño del tele-peaje.

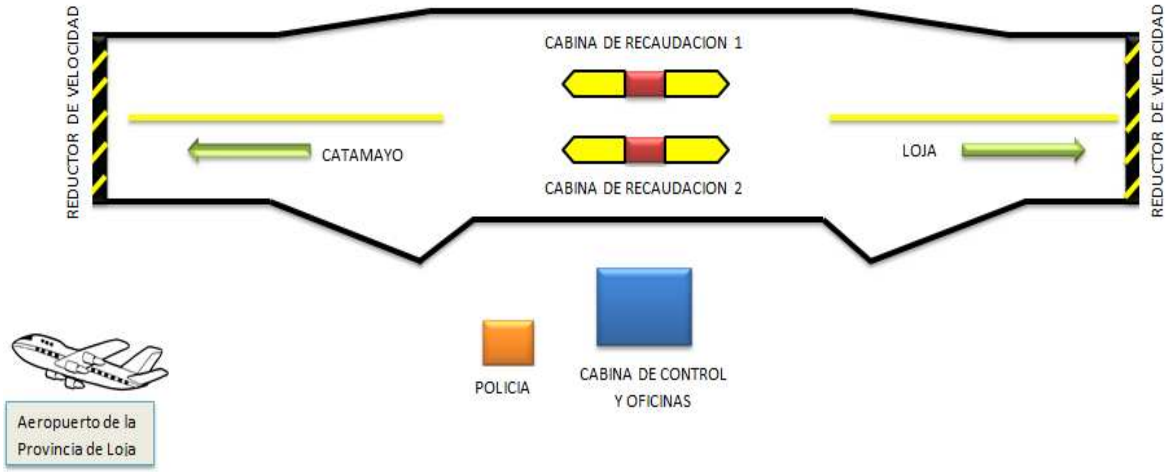


Figura 3.2 Bosquejo del peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto visto desde arriba[26]

Actualmente existen tres carriles, el diseño del tele-peaje se hará para 4 carriles, dos de los cuales serán exclusivos para usuarios de tele-peaje y los otros dos carriles serán mixtos; es decir para usuarios del tele-peaje y para los que no cuentan con este servicio.

En la Figura 3.3 se puede apreciar el esquema de cuatro carriles del tele-peaje que se procede a diseñar posteriormente.

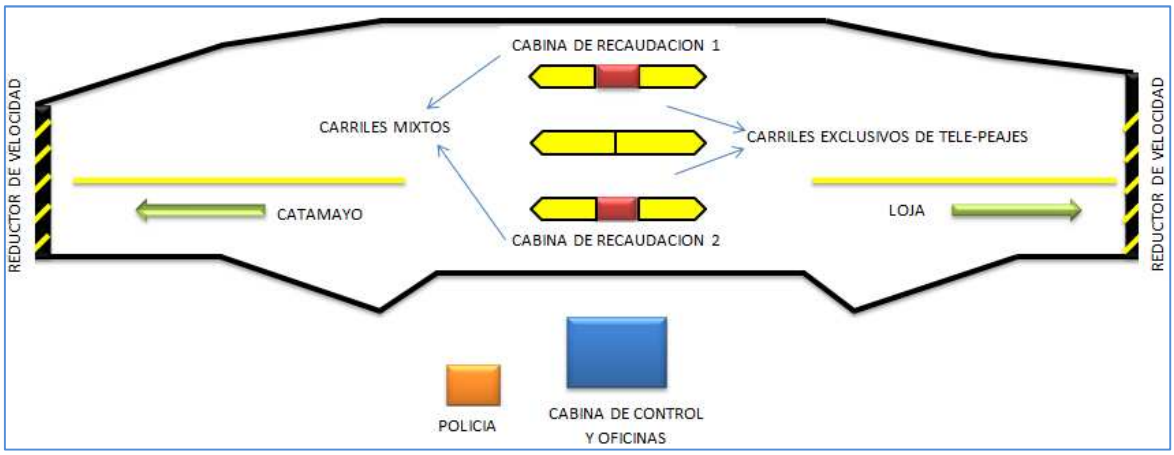


Figura 3.3 Bosquejo del tele-peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto[26]

El ancho de cada carril será de 5m y la división de cada uno de éstos deberá ser de 1.5m aproximadamente, para que de esta manera los carriles sean apropiados para la circulación vehicular en el tele-peaje. En el presente diseño existirán dos cabinas de recaudación que se ubicarán en la división de los carriles mixtos (ver Figura 3.3).

El cobro de los carriles mixtos será de dos formas: manual (el conductor tendrá que detener el vehículo en las cabinas de recaudación) y automático (el conductor no detiene el vehículo para realizar el pago del importe al peaje, ya que utiliza una forma de pago prepago). Por otra parte, en los carriles exclusivos de tele-peaje únicamente se cancelará el importe al peaje de una forma prepago.

El diseño del tele-peaje se divide en tres bloques como se indica en la Figura 3.4, cada uno de estos bloques cumple una función específica dentro del esquema del tele-peaje.

Figura 3.4 Diagrama de bloques del tele-peaje a diseñar[26]

3.2.1 SISTEMAS DEL TELEPEAJE

El primer bloque consta de tres partes que son: Sistema DSRC, Sistema de Control de los Periféricos en la vía y Sistema de Monitoreo; este bloque es el principal ya que permite obtener los datos del usuario, para luego mediante el segundo bloque (Red de Datos), enviarlos al tercer bloque (Servidores) para ser procesados con la ayuda de un software y de esta manera hacer el débito del importe por el uso de la vía, este proceso se realiza de izquierda a derecha según lo indica la Figura 3.5.

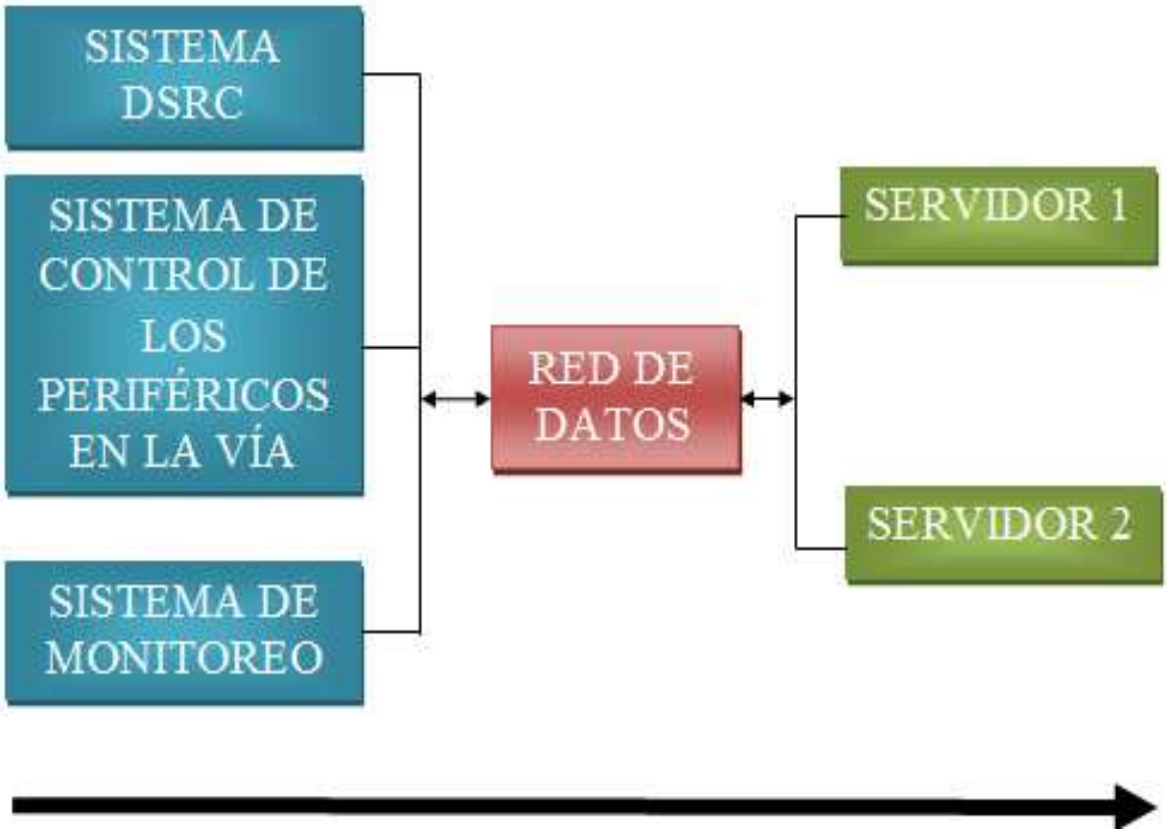


Figura 3.5 Diagrama de bloques del tele-peaje a diseñar[26]

3.2.1.1 Sistema DSRC

Este sistema consta a su vez de varios bloques y cada uno de éstos tiene una función única dentro del sistema global. A continuación se muestra el tipo de arquitectura que se utilizará para el tele-peaje (ver Figura 3.6).

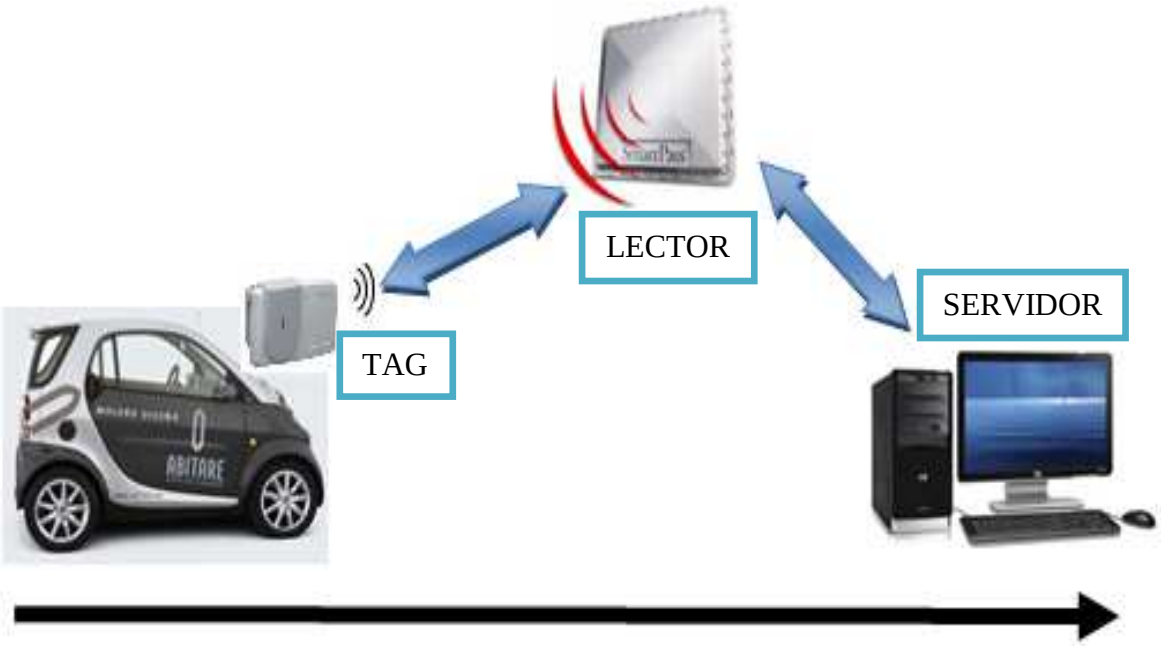


Figura 3.6 Esquema del Sistema DSRC[26]

Este sistema empieza de izquierda a derecha, comenzando por los tags DSRC hasta llegar al servidor (ver Figura 3.6). A continuación se analiza cada elemento y la función que cumplirá.

Tags DSRC, éstos se colocan detrás del parabrisas y su posición dependerá de la ubicación del lector DSRC. Su función es almacenar la ID del vehículo y enviar la información al lector en el instante en que se pase por el tele-peaje.

Lector DSRC, generalmente se coloca el lector en las partes superiores del tele-peaje, el lector es el encargado de tomar la información del tag cuando los vehículos pasan por el tele-peaje. Una vez que el lector recibe la ID correspondiente al tag del vehículo, la envía al servidor.

Servidor, la función del servidor es procesar la información recibida por el lector DSRC y autenticar al tag del vehículo mediante una base de datos previamente creada, para su respectivo cobro del impuesto al peaje.

Una vez analizada la función de cada elemento dentro del sistema DSRC, se procede a establecer sus requerimientos y características para su diseño.

3.2.1.1.1 Requerimientos y Características del Tag DSRC

El tag proporcionará la identificación a cada vehículo que sea usuario del tele-peaje; como se mencionó en el capítulo anterior, los tags DSRC únicamente son activos es decir necesitan de una fuente de alimentación.

Estos tags deberán tener una carcasa de material plástico, cuyas dimensiones no obstruyan la visibilidad del conductor, estas dimensiones deben estar aproximadamente en el orden de 8cm x 5cm x 3cm.

Para poder escoger parámetros específicos como frecuencia de operación y alcance, es necesario hacer referencia a un estándar, para esto se analizó cada uno de ellos; llegando a la conclusión que los estándares más utilizados son los estándares CEN.

Estos estándares permiten largo alcance en la lectura y escritura de los tags DSRC, operan con bajos niveles de potencia y el rango de frecuencia de operación es de 5.850 a 5.925 GHz, debido a lo cual poseen alta eficiencia y velocidad en la transferencia de los datos.

3.2.1.1.2 Requerimientos y Características del Lector DSRC

El lector DSRC deberá leer los tags a una distancia mínima de 10m, para darle el tiempo necesario al sistema de tele-peaje de abrir la barrera en los carriles mixtos mientras el automóvil cruza el tele-peaje, y además no deberá leer tags de carriles vecinos; razón por la cual el rango de las antenas lectoras deberá ser limitado y no sobrepasar de los 5m de ancho que poseerá cada carril del tele-peaje.

En la Figura 3.7, se indican las distancias aproximadas que se considerarán para que los tag DSRC sean leídos únicamente en su correspondiente carril.

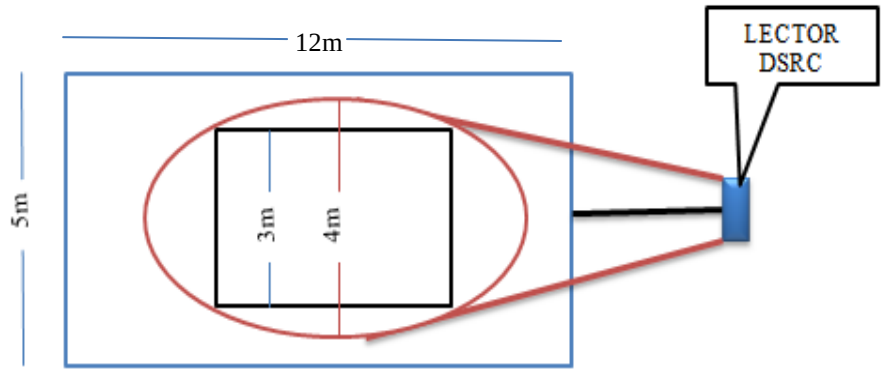


Figura 3.7 Distancias aproximadas del área de cobertura del lector DSRC[26]

La ubicación de la antena será en un lugar apropiado, bajo la cubierta del peaje de tal manera que pueda protegerse de las adversidades del clima (lluvia, polvo, entre otros). En lo que tiene que ver con la interfaz de la antena hacia el *Host Computer* (Controlador de Vía), es conveniente que se base en Ethernet y que maneje el protocolo TCP/IP para poder tener una administración mucho más eficiente y rápida.

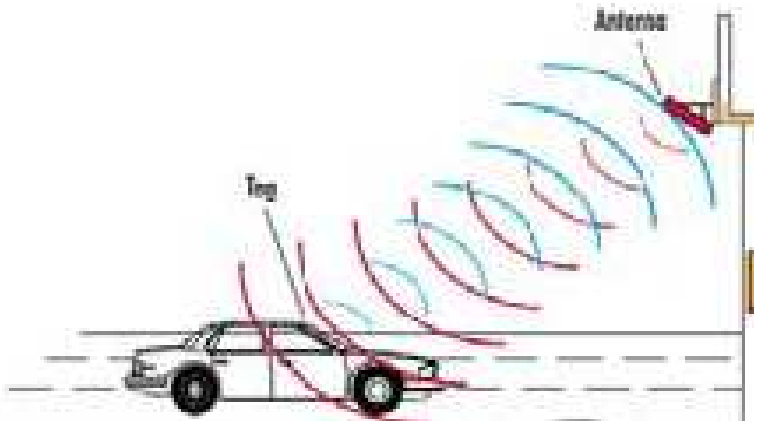


Figura 3.8 Antena Lectora DSRC[34]

La distancia de lectura es de largo alcance como se observa en la Figura 3.8, por esta razón se necesitarán antenas directivas, ya que este tipo de antenas brindan mayor rango de cobertura y garantizan que los tags DSRC únicamente sean leídos en su respectivo carril.

[34] http://www.salle.url.edu/ctraining/icil/RFID%20Nodus.pdf

En la Figura 3.9 se observa los lóbulos de radiación de los distintos tipos de antenas que actualmente se usan.

Figura 3.9 Forma 3D del campo electromagnético de los distintos patrones[35]

Para poder utilizar las antenas directivas, es necesario fijar una posición adecuada para las mismas, de tal manera que el ancho del haz cubra la zona del parabrisas del vehículo donde se colocó el tag, y de esta forma se pueda realizar la lectura del ID del tag del vehículo.

Para que se pueda dar lectura de los datos almacenados en la memoria de los tags, la antena deberá funcionar a la misma frecuencia de éstos (5.850 – 5.925 GHz), caso contrario el lector no podrá leer ningún dato. Además, el lector DSRC debe cumplir con los mismos estándares que los tags.

3.2.1.1.3 Requerimientos y Características del programador de Tags DSRC

Mediante este dispositivo el administrador del tele-peaje podrá introducir los datos del cliente en el tag DSRC (número de placa, nombre del cliente, tipo de vehículo, entre otros); el programador de tags, necesariamente deberá cumplir con las normas CEN DSRC, por otra parte la interfaz de comunicación entre el PC y el programador debe ser USB, ya que en la actualidad es la más común y toda computadora la posee para el control de sus periféricos. Es importante tomar en consideración las dimensiones de los programadores, lo ideal será un tipo de programador que ahorre espacio y que sus dimensiones estén en el rango de (20x15x5) cm para que sea de fácil transportación y/o ubicación.

[35] http://www.dipolerfid.es/productos/lectores_RFID/antenas_RFID/Default.aspx

3.2.1.2 Sistema de Control de los Periféricos en la vía

Este sistema consta de dos bloques, y su funcionamiento dependerá del tipo de carril. Si el carril es exclusivo del tele-peaje, el control de los periféricos (cámara y semáforo) será desde el servidor que hace la validación del ID del tag del vehículo; pero si el carril es mixto, el control de los periféricos (barrera, semáforo, cámara, clasificador vehicular, entre otros) además de hacerse desde el servidor también se hará desde un controlador de vía (PAC), esto dependerá de la forma de pago que realice el conductor del vehículo.

La diferencia con los sistemas anteriores es que su funcionamiento va de derecha a izquierda, ya que al obtener los datos del tag del vehículo (ver Figura 3.6), el servidor hace una validación de los mismos permitiendo o denegando el paso del vehículo mediante las luces indicativas del semáforo.

En la Figura 3.10, se puede apreciar el único periférico de los carriles exclusivos del tele-peaje.

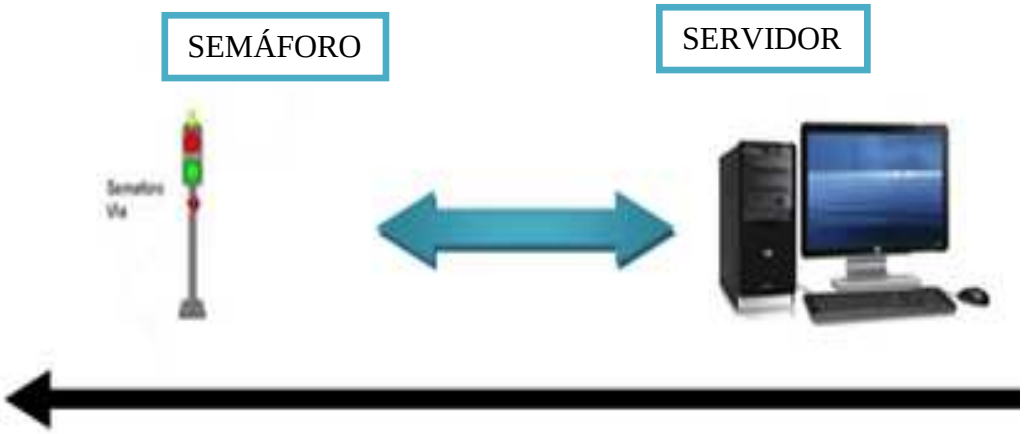


Figura 3.10 Esquema del sistema de control del periférico en la vía en los carriles exclusivos de tele-peaje[26]

En los carriles mixtos debido a que el pago se realiza de una forma manual, se aumentan otros periféricos como son las pantallas de usuario que indicarán mensajes informativos de bienvenida y del valor que se está pagando por el

importe al peaje, esto es muy importante porque así el usuario estará seguro que el recaudador le está cobrando la tarifa real. La Figura 3.11 muestra los periféricos para carriles mixtos en el tele-peaje.

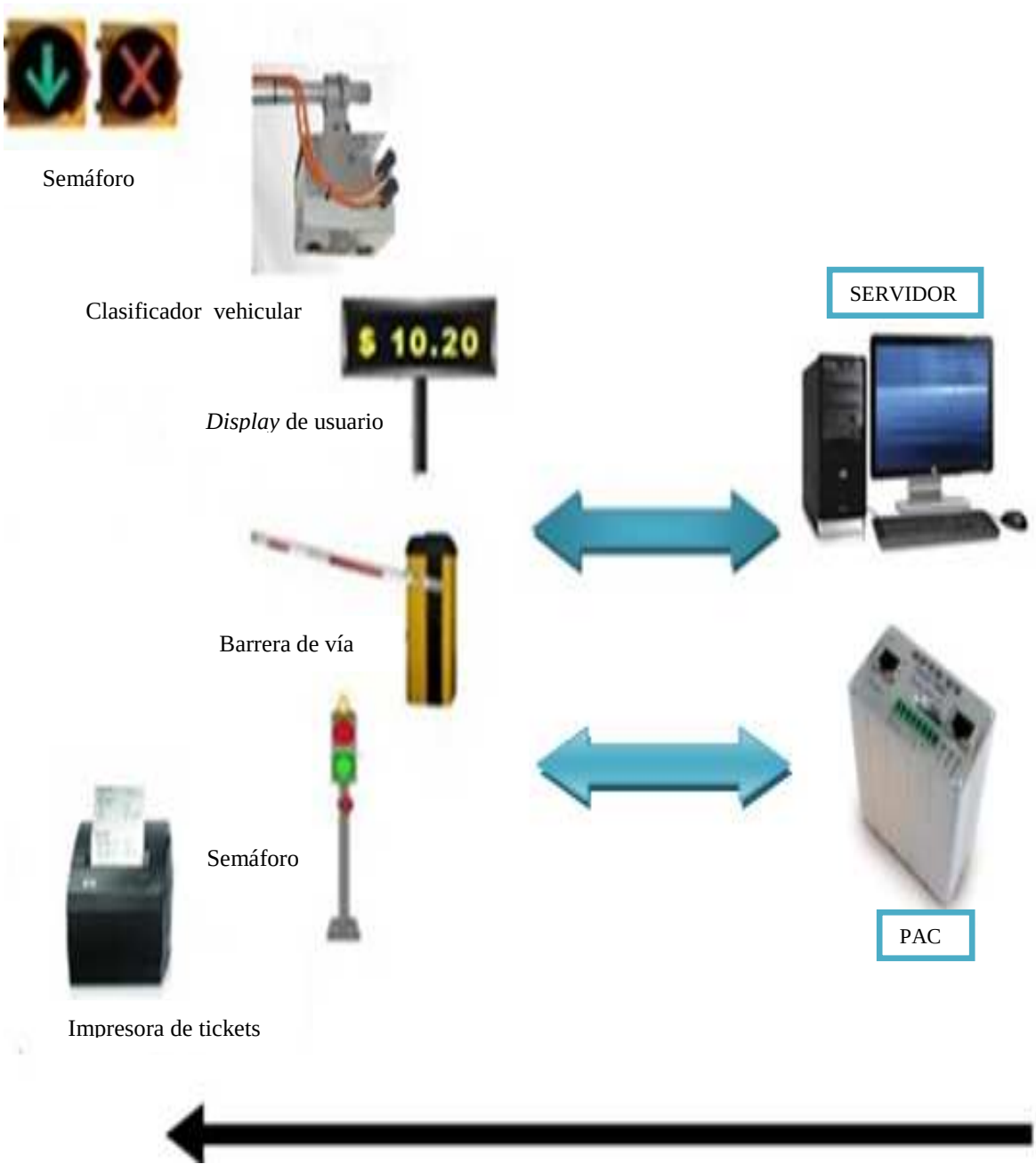


Figura 3.11 Esquema del Sistema de control de los periféricos en la vía en los carriles mixtos de tele-peaje[26]

3.2.1.2.1 Requerimientos y Características de los Clasificadores Automáticos de Vehículos

Los clasificadores de vehículos serán únicamente para los carriles mixtos, ya que en los carriles exclusivos pasarán los vehículos con el tag DSRC. En estos tags se almacena la información de cada vehículo, razón por la cual no es necesario colocar sensores.

Los Clasificadores Automáticos deberán medir variables como altura, largo, ancho, número de ejes, entre otras; que permitan identificar qué tipo de vehículo es el que está pasando por el tele-peaje. Debido a los antecedentes que presenta el actual peaje, es necesario un tipo de clasificador no invasivo (que no se encuentre bajo el pavimento), ya que cada vez que un vehículo pesado se detiene y vuelve a ponerse en movimiento, ocasiona deformaciones al pavimento dañando de esta manera al sensor y ocasionando a la postre errores en la clasificación vehicular.

3.2.1.2.2 Requerimientos y Características de la Pantalla de anuncios

Esta pantalla de LEDs de alta luminosidad, servirá para que los usuarios puedan observar anuncios como saludos de bienvenida, el valor que están pagando por el peaje, entre otros; deberán estar en el rango de (100x30x10) cm, debido a que los fabricantes (PROCELEC Y SICTRANSCORE) recomiendan estas dimensiones para una buena visualización.

En lo que tiene que ver a la interfaz, ésta deberá ser RS-232 o en su defecto una interfaz RS-485, ya que estas pantallas estarán conectadas a un controlador de vía (PAC) que posee este tipo de interfaces.

Actualmente en el peaje existen dos pantallas de este tipo, las mismas que serán reutilizadas en el presente diseño, reduciendo de esta manera costos en el presupuesto que posteriormente se elaborará.

3.2.1.2.3 Requerimientos y Características del Terminal de cobro

El terminal de cobro contará únicamente con una caja de dinero para cobrar manualmente el importe al peaje a los usuarios que no cuenten con el servicio de tele-peaje. La caja de dinero deberá contar con el espacio suficiente para clasificar billetes de 1, 5, 10, 20 dólares americanos; monedas de 1, 5, 10, 25, 50 centavos y 1 dólar americanos.

3.2.1.2.4 Requerimientos y Características de la Impresora de Tickets

Debido al poco espacio que poseen las cabinas de cobro, la impresora deberá ser de un tamaño adecuado aproximadamente de 20x25 cm; además, deberá contar con una interfaz RS-232 (que le permitirá imprimir a mayor velocidad) para la conexión con el controlador de vía y deberá imprimir a una velocidad adecuada, mínima de 4 lineas/s para que la transacción entre el conductor y el operador de turno sea en el menor tiempo posible.

3.2.1.2.5 Requerimientos y Características de las Barreras

Las barreras servirán para permitir o denegar el paso del vehículo por el carril del tele-peaje, deberán ser de 3m de largo para que cubra la mayor parte del carril (el ancho del cada carril es de 5 m), esta barrera debe ser automática permitiendo de esta manera poder ser controlada mediante el controlador de vía.

El actual peaje posee dos barreras que cumplen con estos requerimientos y características, y se las reutilizará en el diseño para reducción de costos en el presupuesto.

3.2.1.2.6 Requerimientos y Características del semáforo

Existen dos tipos de semáforos que se requiere para este diseño, el primer tipo es para carriles mixtos, el cual constará únicamente de dos luces roja y verde para que el usuario sepa cómo proceder en este carril. El segundo tipo de semáforo es

para carriles exclusivos, el que debe constar de tres luces roja, amarilla y verde, debido a que en estos carriles no existe una barrera que pueda permitir o impedir el paso de los vehículos, se adiciona la luz amarilla que indicará que es necesaria una recarga ya que el saldo está próximo a agotarse; las dimensiones del semáforo deben estar en el rango de (100x30x30) cm para que sea sumamente visible; y, además las protecciones del semáforo deben ser de un material anticorrosivo y resistente a las adversidades del clima.

3.2.1.2.7 Requerimientos y Características del PAC

Para el presente proyecto se utilizará un PAC por las siguientes razones:

- El PAC es el controlador de vía que es utilizado actualmente en aplicaciones de tele-peaje, este dispositivo reúne las características de un PLC y de un PC, haciendo de esta manera mucho más fácil el control de los periféricos en la vía.

- Actualmente el peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto utiliza un PAC de marca OPTO22, el mismo que será reutilizado para reducción de costos en el presente proyecto.

El PAC deberá ser capaz de controlar todos los periféricos de la vía, mediante la aplicación HMI (*Human Machine Interface*) que se realice.

Deberá contar con interfaces que permitan el control de todos los periféricos en la vía de los carriles mixtos. El PAC que se seleccione debe contar con características redundantes, ya que en el caso de dar mantenimiento la redundancia será de mucha ayuda.

Existe un PAC modular que se pretende reutilizar en el presente diseño; es decir, que consta de dos partes: el cerebro (donde va el procesador, la memoria RAM, la batería de reserva, las dos interfaces Ethernet y dos interfaz serial) y los módulos (extensiones de interfaces), si el cerebro no cuenta con las interfaces

suficientes para todos los dispositivos que se desean conectar al PAC, es necesario adicionar módulos.

3.2.1.3 Sistema de Monitoreo

El Sistema de Monitoreo ayudará a brindar seguridad al tele-peaje, este sistema deberá tener la característica de permitir el monitoreo vía Web para facilitar de esta manera su administración. Al igual que el sistema DSRC, éste también consta de algunos bloques cada uno de ellos cumplirá una tarea específica dentro del sistema.

La Figura 3.12 indica la estructura general del sistema de monitoreo.

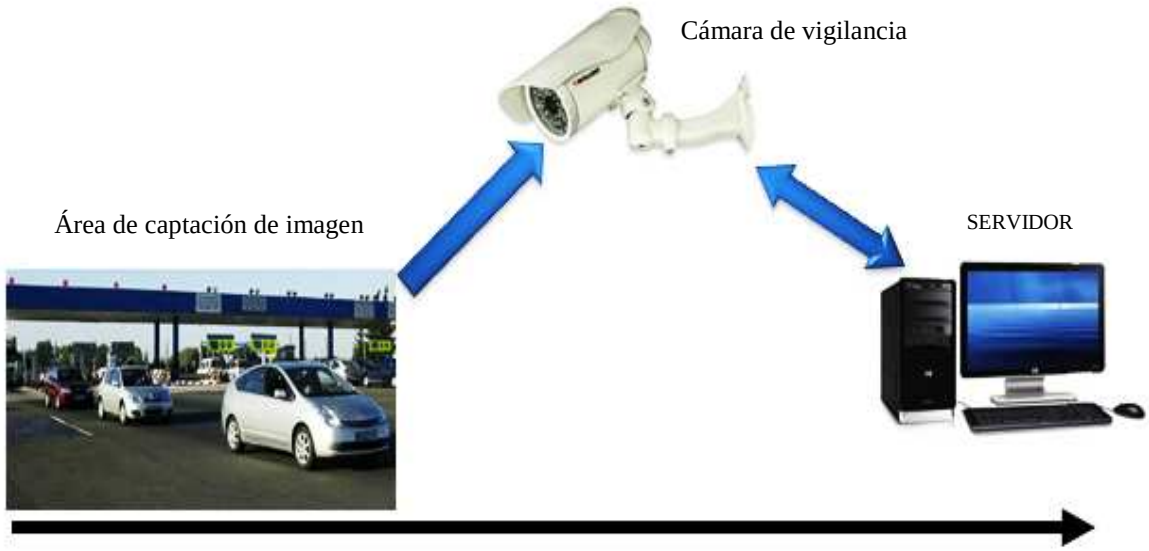


Figura 3.12 Esquema del Sistema de Monitoreo[26]

Este sistema consta de tres bloques que se describen a continuación:

Área de captación de imagen, es el sitio que se fija con la cámara para captar imágenes estáticas o en movimiento, y será el área donde se realicen las transacciones de cada carril, movimiento vehicular del tele-peaje y movimiento dentro de las cabinas de control y policial.

Cámara de vigilancia, permite obtener información en tiempo real y mediante imágenes (estáticas o en movimiento), por lo general, estos dispositivos se colocan en lugares estratégicos; de tal manera que se pueda observar áreas importantes como son las de recaudación de peaje, entre otras; las imágenes obtenidas deberán ser de 15 fps (*frames per second*) con una resolución de 320 x 240 pixeles para poder apreciar lo que sucede en estas áreas[36].

Servidor, la función del servidor es guardar en sus "discos duros" la información recibida por la cámara de vigilancia, posteriormente en la sección 3.2.3 se hablará de la capacidad de los discos duros y de las características del servidor que se necesita para este tipo de aplicación.

3.2.1.3.1 Requerimientos y Características de la Cámara de Vigilancia

Actualmente existen muchos tipos de cámaras; éstas varían dependiendo del *zoom,* de la nitidez, tamaño de la cámara, si poseen o no visión nocturna etc. Para el diseño del sistema de monitoreo se usarán dos tipos de cámaras, unas para exteriores y otras para interiores, éstas deberán cumplir con lo las siguientes características:

Visión nocturna, debido a que el tele-peaje debe funcionar las 24 horas del día, las cámaras deben ser capaces de captar imágenes (estáticas o en movimiento) de buena calidad en la noche.

Soporte PoE (*Power over Ethernet*)**,** la alimentación a través de Ethernet (*Power over Ethernet*) es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar. Permite que la alimentación eléctrica se suministre al dispositivo de red usando el mismo cable que se utiliza para una conexión de red. Elimina la necesidad de utilizar tomas de corriente en las ubicaciones de la cámara. *Power over Ethernet* se regula en una norma IEEE 802.3af[37]

[36] http://www.reprogir.com/webphp/tevitel/Catalogo-Camaras-IP.pdf
[37] http://es.wikipedia.org/wiki/PoE

Resistencia a la intemperie, las cámaras deberán contar con las protecciones necesarias para soportar las adversidades del clima, ya que se colocarán en lugares externos.

Manejo del protocolo IP (Internet Protocol), debido a los antecedentes del actual peaje que no cuenta con un sistema de monitoreo que permita observar la actividad del mismo desde el Gobierno provincial de Loja, ubicado en el centro de la ciudad; una buena alternativa sería poder observar el funcionamiento del tele-peaje a través Internet. Con el fin de poder hacer el monitoreo desde cualquier PC que se encuentre conectada a Internet y de esta manera garantizar la seguridad del mismo.

Para completar el Sistema de Monitoreo, falta enviar los datos a un servidor, posteriormente, al igual que el Sistema RFID, se hablará de las características del servidor en la sección 3.2.3.

Sensor de movimiento, para que las cámaras no estén en constante grabación, éstas deberán contar con un sensor de movimiento, que les permita grabar únicamente cuando exista movimiento en el área de captación de la imagen, de esta manera el servidor únicamente estará guardando en sus discos duros imágenes en movimiento.

3.2.2 RED DE DATOS

La Red de Datos es el segundo bloque del tele-peaje, y es el que se encarga del transporte de los datos desde los periféricos (terminales de cabinas, cámaras IP, el PAC, entre otros), hacia los servidores y viceversa.

A continuación en la Figura 3.13 se observa el esquema de la Red de Datos.

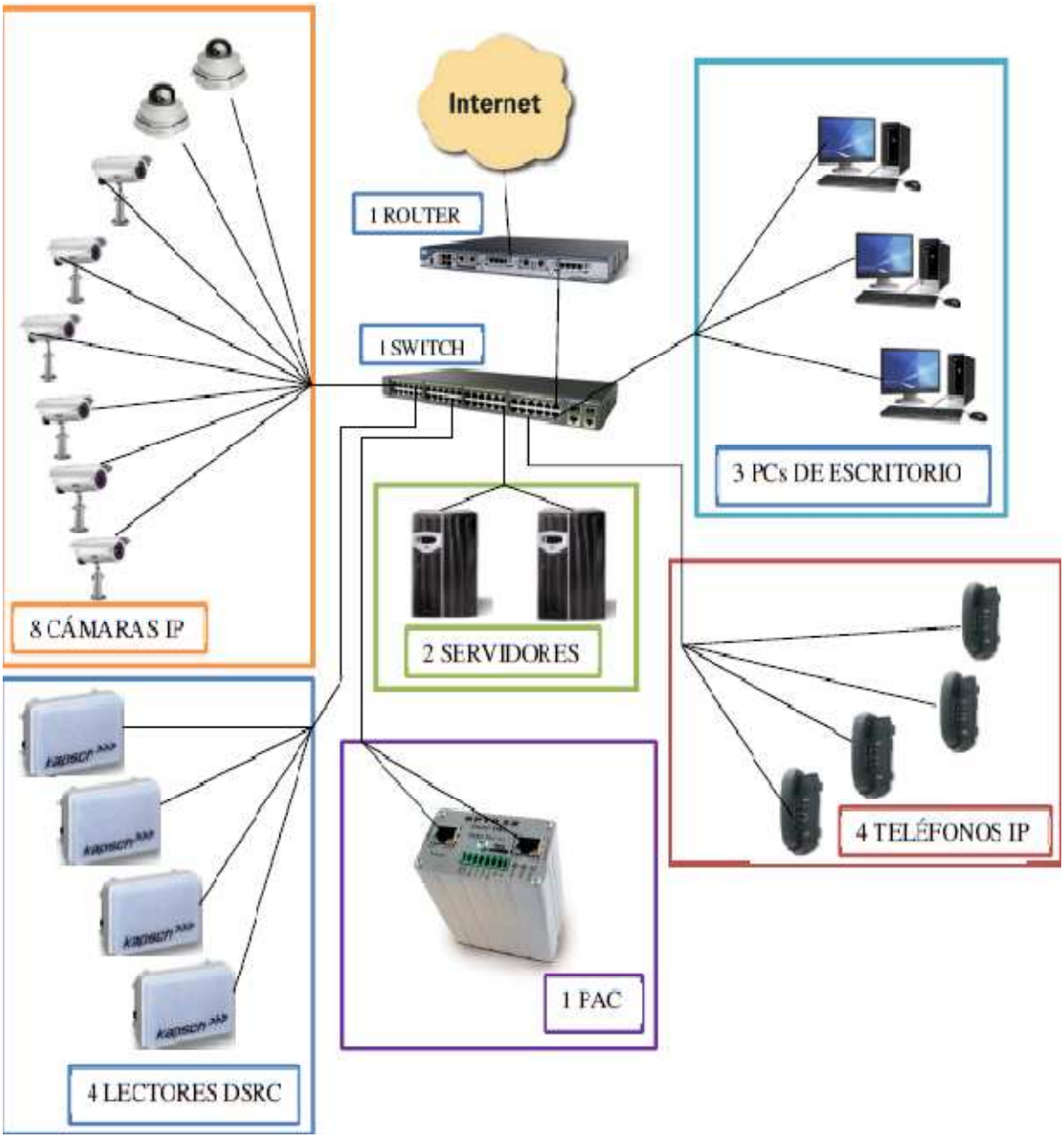


Figura 3.13 Esquema de la Red de Datos[26]

3.2.2.1 Aplicaciones que se utilizarán en la red LAN y sus requerimientos

Las aplicaciones que debe soportar la red LAN del tele-peaje son:

- Transferencia de archivos, esta aplicación se utilizará para transmitir los informes de recaudación desde el servidor hasta la PC del administrador del tele-peaje.

- Correo electrónico, cada funcionario del Gobierno Provincial de Loja posee un correo electrónico único; por esta razón, se considera esta aplicación

- Impresión, esta aplicación se la realizará para dar el ticket correspondiente al cobro del peaje al conductor del vehículo y para la impresión de informes administrativos del tele-peaje.

- Navegación por Internet, es necesario la utilización de internet, ya que las disposiciones de trabajo generalmente se las envía por e-mail; por otro lado, las cámaras de vigilancia IP también deberán conectarse a Internet para poder ser visualizadas desde cualquier PC que posea conexión a Internet..

Adicionalmente a estas se debe integrar el servicio de voz y video, para que exista una comunicación entre los trabajadores del tele-peaje, y entre el administrador del tele-peaje y el Gobierno Provincial de Loja.

3.2.2.1.1 Requerimientos para la transmisión de voz

Implementar el servicio de voz utilizando el protocolo IP, permitiría tener una convergencia de los servicios utilizando la infraestructura de la red de datos. Se debe considerar que la voz es una aplicación crítica y debe ser transmitida en tiempo real, debido a que los paquetes de voz no toleran tiempos de retardo elevados, pues esto degrada el servicio. Por esta razón es importante priorizar el tráfico de la voz.

Para la digitalización de la voz es posible utilizar una serie de codificadores que utilizan distintos métodos de compresión, de allí que la transmisión de voz puede ocupar diferente ancho de banda. El códec G729[38] es uno de los más utilizados y tiene una capacidad de 31,5 Kbps[39].

[38] * **G.729** es un algoritmo de compresión de datos de audio para voz que comprime audio de voz en fragmentos de 10 milisegundos.

[39] http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_IP

La transmisión de voz en el tele-peaje servirá para la comunicación entre las cabinas de cobro y la cabina de control o viceversa, además se incluirá la comunicación de voz también para la cabina de policía con el fin de garantizar la seguridad dentro del tele-peaje.

3.2.2.1.2 Requerimientos para la transmisión de video

El crecimiento impresionante del Internet y el incremento de la información multimedia ha generado un gran interés en la sociedad. El video sobre Internet representa grandes desafíos debido a que este medio ofrece generalmente el servicio del mejor esfuerzo[40].

Video sobre IP es una tecnología que permite que las señales de video sean capturadas, digitalizadas, secuenciadas, administradas y transmitidas sobre redes IP.

En la tabla 3.1 se pueden apreciar las distintas capacidades del canal que poseen las imágenes captadas por una cámara de vigilancia IP.

Resolución	Imágenes por segundo	Capacidad del canal (Kbps)	Almacenamiento (GB/semana)
CIF[41]	3	160	12
CIF	7	185	13
CIF	15	200	14
CIF	30	500	36

Tabla 3.1 Capacidades del canal que poseen las imágenes captadas por una cámara de vigilancia IP[42]

---

[40] *Servicio del mejor esfuerzo: servicio que no proporciona una garantía en cuanto al ancho de banda, al retraso (jitter) ó a la pérdida de la tasa de bits.

[41] *La resolución CIF (*Common Intermediate Format*) equivale a 352 x 288 píxeles.

Si bien el video sobre IP abarca tres categorías: video bajo demanda[43], videoconferencia[44] y video broadcasting[45], al Gobierno Provincial de Loja le interesa contar con los servicios de videoconferencia para la comunicación con el administrador del tele-peaje y de broadcasting para la transmisión del video de las 8 cámaras de vigilancia IP.

Para video conferencia por lo general se recomienda un canal mínimo de 128Kbps[46] para una transmisión aceptable. Por otro lado, en la tabla 3.1 se observa que la capacidad de canal requerida para la transmisión de video broadcasting de una cámara de vigilancia IP con resolución CIF de 15 imágenes por segundo (que es la resolución que se utilizará en el presente proyecto) es de 200kbps. Posteriormente en la sección 3.2.2.2 se calculará la capacidad del canal para las 8 cámaras de vigilancia IP.

3.2.2.1.2 Requerimientos para la transmisión de datos

En lo relativo a los datos, las exigencias son menores. Es deseable que la velocidad no sea muy pequeña para que la transferencia de archivos no lleve demasiado tiempo. En este tipo de aplicaciones el retardo no es un factor relevante.

La tabla 3.2 muestra el tamaño típico de algunos tipos de información.

---

[42] http://www.visionxip.com/tecnologia/ancho_de_banda.html

[43] *Video bajo demanda: permite a un usuario acceder a una determinada secuencia de video almacenada en un servidor, o a una visualización en tiempo real.

[44] *Videoconferencia: el servicio de videoconferencia que consiste en una comunicación simultánea bidireccional de audio y video en tiempo real permitiendo mantener una comunicación entre dos puntos geográficamente alejados.

[45] *Video broadcasting: transmisión unidireccional de video, los puntos terminales son simples visualizadores pasivos sin control sobre la sesión.

[46] PROYECTO DE TITULACIÓN. POZO YÉPEZ Nelson Andrés. Estudio y diseño de una red LAN inalámbrica con calidad de servicio, para voz y datos en el colegio de ingenieros geólogos, minas y petróleos (cigmyp), empleando los estándares ieee 802.11g, ieee 802.11e. Febrero 2009. EPN

TIPO DE INFORMACIÓN	TAMAÑO TÍPICO
Mensaje de Correo Electrónico	2,2KB
Documentos de 20 páginas	44KB
Imagen Gráfica	330KB

Tabla 3.2 Tamaño de las Informaciones[46]

3.2.2.2 Dimensionamiento de la capacidad del canal[46]

Para dimensionar la capacidad de canal requerida analizaremos las aplicaciones que se utilizarán en el diseño del tele-peaje.

Transmisión de video: en el tele-peaje existirán dos formas de transmisión de video: por videoconferencia y por broadcasting. Una persona utilizará videoconferencia (el administrador) y habrán 8 cámaras IP que transmitirán video por broadcasting como se indica a continuación:

- En cada carril se ubicará una cámara de vigilancia IP, dando un total de cuatro cámaras que servirán para la vigilancia de cada carril.

- Dos cámaras se colocarán a los extremos del tele-peaje (ver sección 3.2.5.3), para reforzar la seguridad de los cuatro carril.

- En la cabina de control y en la cabina de la policía, se colocará una cámara en cada una de estas para brindar seguridad en caso de presentarse algún inconveniente.

Seguidamente se procede a calcular la capacidad del canal que se ocupará.

C_1 = 128Kbps x 1 = 128Kbps

Cálculo de la capacidad de canal para videoconferencia del administrador.

C_2 = 200Kbps x 8 = 1600Kbps

Cálculo de la capacidad de canal para broadcasting cuando las ocho cámaras IP transmiten simultáneamente.

Transmisión de audio: para calcular la capacidad de canal que requieren los cuatro teléfonos IP (dos teléfonos IP para las cabinas de cobro, uno para la cabina de control y otro para la cabina de policía), se escoge el estándar de compresión G.729 que es actualmente uno de los más utilizados.

C_3 = 31,5 Kbps x 4 = 126Kbps

Cálculo de la capacidad de canal para la transmisión de voz cuando de los cuatro teléfonos IP transmiten simultáneamente.

Transmisión de datos: se debe calcular la capacidad de canal para las aplicaciones de lectura de las antenas DSRC y las aplicaciones de mejor esfuerzo[47] (http, correo, chat, etc.) utilizadas por los usuarios. Para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$C_4 = C_a(\text{www} + \text{E-mail} + \text{otros}) + C_b(\text{Chat} / \text{MsnMessenger})$[46] Ecuación 1

Para los valores de C_a y C_b se recomienda 4 Kbps y 16 Kbps respectivamente[46].

C_4 = 4 Kbps (3 usuarios + 4 antenas) + 16 Kbps (3 usuarios)

C_4 = 76 Kbps

Se incluyen las cuatro antenas en la ecuación, ya que las antenas podrían recibir acceso remoto cuando se requiera realizar alguna configuración desde cualquier PC ya que estas manejan el protocolo IP[48] o en su defecto pueden realizar aplicaciones utilizando el Internet (alarmas enviando correo electrónico, débitos

[47] * Mejor Esfuerzo: Característica de cualquier sistema de red que hace el mejor esfuerzo por entregar datos, pero no garantiza la entrega.

[48] **Internet Protocol** (en español *Protocolo de Internet*) o **IP** es un protocolo no orientado a conexión usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados no fiable de mejor entrega posible sin garantías.

de cuentas de ahorro y corriente, entre otras), debido a que cuentan con un software que les facilita estas funciones.

Finalmente se debe calcular la capacidad de canal que se debe utilizar en el diseño del tele-peaje.

$C_{TOTAL} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$
$C_{TOTAL} = 128Kbps + 1600Kbps + 126Kbps + 76\ Kbps$
$C_{TOTAL} = 1930Kbps$

3.2.2.3 Requerimientos y Características del Router

El Router deberá ser Configurable y Administrable mediante Consola, Browser y/o Telnet debe permitir velocidades altas para la transmisión de datos (centenas Mbps y decenas de Gbps). Además debe contar con un software de configuración amigable, así como también con características de calidad de servicio que permitan priorizar el tráfico, con el fin de garantizar una buena administración de la red.

Otro aspecto de importancia es que el router debe contar con interfaces Ethernet que le permitan la conexión al switch así como también debe poseer un módulo de fibra que le permita hacer un enlace externo a la red LAN del tele-peaje utilizando la fibra óptica de la CNT, ya que es la fibra más cercana que pasa por el actual peaje.

Sus dimensiones deben estar en el rango de 6cm de alto x 25cm de ancho x 22cm de largo, aproximadamente, para poder utilizar el rack de pared que ya dispone el Gobierno Provincial de Loja.

3.2.2.4 Requerimientos y Características del Switch

El Switch al igual que el Router deberá ser Configurable y Administrable mediante Consola, Browser y/o Telnet; debe permitir velocidades altas para la transmisión

de datos (centenas Mbps y decenas Gbps). Deberá cumplir también con el estándar 802.3af, de tal manera que se pueda conectar directamente dispositivos que también cumplan con dicho estándar, de esta manera se evitará trasladar hacia los dispositivos fuentes de alimentación (energía eléctrica).

Además debe permitir la creación de *VLANs* (redes de área local virtuales) para independizar los segmentos de red y de esta manera poder decidir la configuración de cada uno de ellos, ayudándonos con la administración de la red.

El número de puertos del Switch deberá ser mínimo 24 para cumplir con la conexión de todos los dispositivos de red; y, al igual que el router sus dimensiones deben estar en el rango de 6 cm de alto x 25 cm de ancho x 22 cm de largo aproximadamente para poder utilizar el rack de pared que posee el Gobierno Provincial de Loja.

3.2.2.5 Requerimientos y Características de las PCs de Escritorio

Teniendo en cuenta que las PCs son de los dispositivos que más rápido se vuelven obsoletos y que las piezas más importantes que las conforman como el procesador y la memoria RAM, a medida que pasa el tiempo aumentan de valor y llegan a costar en algunos casos mucho más que una pieza moderna este fenómeno se evidencia de mayor manera en las memorias RAM; así por ejemplo una memoria RAM de 1GB PC-400 cuesta 46 dólares y una memoria de RAM de 1GB PC-1333 cuesta 24.64 dólares[49].

Las instituciones públicas como el Gobierno Provincial de Loja no dan de “baja” a los bienes que poseen sino que más bien los donan a otras instituciones como escuelas, colegios, entre otros. Por esta razón se trata de comprar PCs modernas para que al momento de donarlas no estén muy desactualizadas y sean útiles.

[49] Lista de precios de la empresa TECNOMEGA

Por otra parte las instituciones públicas compran las computadoras tanto portátiles como de escritorio en paquetes grandes y con requerimientos iguales para ser distribuidas dentro de la institución.

Con los antecedentes anteriores se consideró que las PCs de Escritorio deben cumplir lo siguiente:

- Disco duro Sata (Serial ATA)[50] de 7200 rpm y de 160 a 260 Gigabyte de capacidad de almacenamiento (actualmente es la capacidad básica de almacenamiento según los técnicos de la empresa HP)
- Procesador Intel Core 2 duo (es un procesador promedio)
- Puertos USB
- Unidad de *DVD Writen* (para lectura y escritura de CDs y DVDs)
- Monitor de 18 pulgadas

3.2.2.6 Requerimientos y Características del Teléfono IP

Este dispositivo servirá para la comunicación entre las cabinas de cobro, la cabina de control y la cabina de la policía; para dicha comunicación se utilizará la misma red de datos. El teléfono IP deberá cumplir con el estándar 802.3af (PoE) para que no sea necesario llevar un punto de corriente a su ubicación, además debe ser programable para grabar las direcciones IP del resto de teléfonos que se conectarán a la Red de Datos.

3.2.2.7 Requerimientos y Características del medio de transmisión

El medio de transmisión para la red de datos debe ser guiado y de cobre, para el presente diseño se utilizará par trenzado UTP categoría 6, ya que los requerimientos del sistema de tele-peaje funcionan perfectamente con este tipo

[50] ***SATA** (*Serial ATA*): novedoso estándar de conexión, utiliza un bus serie para la transmisión de datos. Notablemente más rápido y eficiente que IDE. Existen tres versiones, SATA 1 con velocidad de transferencia de hasta 150 MB/s, SATA 2 de hasta 300 MB/s, el más extendido en la actualidad; y por último SATA 3 de hasta 600 MB/s. Físicamente es mucho más pequeño y cómodo que los IDE, además de permitir conexión sin necesidad de apagar la PC.

de cable y además para aprovechar las capacidades de transmisión que ofrecen los equipos de *networking* como el router y el switch.

Por otro lado, es importante recalcar que el actual peaje utiliza cableado UTP categoría 6 marca *HUBBELL* y se han obtenido buenos resultados en el desempeño de la red de datos, de tal manera que se sugirió mantener la red con cable UTP categoría 6 marca *HUBBELL*.

3.2.3 SERVIDORES

Los servidores ayudarán al almacenamiento de la información obtenida por el sistema de monitoreo y por el sistema de tele-peaje. La información que poseen los servidores será manejada por un programa propio de cada servidor, de esta manera se seguirán los procedimientos respectivos para el débito de la cuenta del usuario, además almacenarán y calcularán el dinero diario que los operadores de turno recolectan debido al cobro del importe al peaje.

El presente diseño deberá contar con dos servidores uno para el Sistema de Monitoreo y otro para el Sistema de tele-peaje.

3.2.3.1 Requerimientos y Características del Servidor para el Sistema de Monitoreo

Con la finalidad de determinar la capacidad de almacenamiento del servidor para el sistema de monitoreo, es necesario calcular cuánto se necesita de disco duro para el almacenamiento diario del video; generado por las ocho cámaras de vigilancia IP, por lo tanto, se emplea la siguiente ecuación.

C_5 x 60seg X 60Min X 24Hs[42] Ecuación 2

Dónde:

C_5 = *tamaño de las fotografías para vídeo broadcasting de las ocho cámaras IP*

En la figura 3.14 se observa el tamaño de las imágenes capturadas por una cámara de vigilancia IP. Con estos valores se procede a calcular la capacidad del disco duro necesario para el servidor del sistema de monitoreo.

TAMAÑO DE LAS IMÁGENES (SIN AUDIO)			
Resolución	Tamaño		
	Priorizando calidad	Standard	Priorizando movimiento
640x480	Aprox. 50KB	Aprox. 33KB	Aprox. 20KB
320x240	Aprox. 25KB	Aprox. 16KB	Aprox. 8KB
160x120	Aprox. 7KB	Aprox. 5KB	Aprox. 3KB

Figura 3.14 Tamaño de las imágenes captadas por las cámaras IP sin audio[36]

La resolución requerida para el presente proyecto es de 320 x 240 con priorización de movimiento, por lo tanto cada imagen tomada por la cámara de vigilancia IP tiene un tamaño de 8Kilobytes como se indica en la Figura 3.14.

A continuación se procede a calcular la cantidad de Gigabytes que ocuparán por día las imágenes capturadas por las ocho cámaras de vigilancia IP, considerando que se tomarán 15 imágenes por segundo.

8KB X 15 Imágenes X 8 cámaras = 960 KBps = C_5

960KBps X 60seg X 60Min X 24Hs = 82944000KBpd = 82,944GBpd

Dónde:
KBpd = Kilobytes por día.
GBpd = Gigabytes por día.

Se ocuparían 82,944 Gigabytes por día solamente en el caso de que las 8 cámaras detecten movimiento las 24 horas del día, pero ese no es el caso,

únicamente 2 cámaras podrían detectar movimiento las 24 horas, éstas son: la cámara de la cabina de control y la cámara de la cabina policial. Actualmente pasan por el peaje 3400 vehículos diarios y el tiempo promedio en cruzarlo es de 12 segundos; entonces se tiene lo siguiente:
12 segundos x 3400 = 40800 segundos

$$40800\ segundos * \frac{1hora}{3600segundos} = 11{,}333\ hora$$

De lo anterior se obtiene que las cámaras de los carriles del tele-peaje transmitirán 11,333 horas diarias de video.

Para calcular la capacidad de almacenamiento real del servidor del sistema de monitoreo, se aplica por separado la Ecuación 2 para las seis cámaras que se ubicarán en la carretera y para las dos cámaras que se instalarán una en cada cabina, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Cada cámara requiere una capacidad de disco duro de 120KBps, entonces para 6 cámaras la capacidad necesaria es de 720KBps y para 2 cámaras es 240KBps.

- La seis cámara únicamente transmitirán video 11,33 horas diarias y las dos cámaras de las cabinas transmitirán video 24 horas diarias.

Cálculo de la capacidad de almacenamiento de las 6 cámaras.
720KBps X 60seg X 60Min X 11,33Hs = 29367360KBpd = 29,36 GBpd

Cálculo de la capacidad de almacenamiento de las 2 cámaras.
240KBps X 60seg X 60Min X 24Hs = 20736000KBpd = 20,73GBpd

La capacidad total de almacenamiento que las cámaras de vigilancia IP consumirán por día es de 29,36GBpd + 20,73GBpd = 50,09 GBpd.

El servidor deberá contar con cuatro discos de un terabyte. Se utilizarán los cuatro discos, ya que en la configuración del servidor se escogerá la opción de duplicado; es decir dos discos trabajan y los otros dos discos hacen una copia de los anteriores, suponiendo que un disco se dañe el servidor seguirá funcionando debido a que existe una copia del disco dañado.

Al utilizar dos terabyte se garantiza una grabación de 39,9 días continuos, tiempo suficiente para borrar grabaciones innecesarias o por el contrario guardar los videos en unidades de disco externas.

Los discos duros y el servidor deben tener la propiedad de Hot Plug (sacar o colocar los discos duros sin necesidad de apagar el equipo), para en ningún momento tener que apagar el servidor cuando se requiera un cambio de disco. En este servidor se instalará el software del sistema de monitoreo, que dependerá de la marca de las cámaras de vigilancia IP que se escoja para el presente proyecto (ver sección 3.2.4.3.1).

3.2.3.2 Requerimientos y Características del Servidor para el Sistema de Tele-peaje

En este servidor se manejarán datos y se colocarán 420GB de información importante (planos, videos, programas, etc.), para que sea visualizada mediante acceso remoto por los funcionarios autorizados del peaje.

Considerando que la capacidad de almacenamiento mínima de un servidor dedicado es de 500GB, se consideró colocar dos discos de un terabyte cada uno, para utilizar la propiedad de duplicado de los servidores. Al igual que el servidor anterior, los discos duros y el servidor deben tener la propiedad de Hot Plug; para en ningún momento tener que apagar el servidor cuando se requiera un cambio de disco. En este servidor se instalará el software del sistema del tele-peaje que dependerá de la marca de los equipos DSRC que se escoja para el presente proyecto (ver sección 3.2.4.1).

3.2.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS

En esta sección se escogerán los equipos para el diseño del tele-peaje en la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto, a continuación se describirá la selección correspondiente a cada uno de los equipos.

3.2.4.1 Selección de Equipos para el Diseño del Sistema DSRC

Para la selección de los equipos DSRC se contactó con empresas como: VIA-T, SICTRANSCORE y PROCELEC, las cuales no ofrecían los dispositivos DSRC por separado sino que únicamente vendían todo el kit para implementar el tele-peaje. Siguiendo con la búsqueda de proveedores, el único que brindó flexibilidad en la compra de los equipos fue KAPSCH, quien actualmente es el proveedor de equipos DSRC de la empresa PROCELEC en Ecuador.

Se escogieron los equipos KASPCH por las siguientes razones:

- KAPSCH es proveedor local de equipos DSRC.

- Al comenzar con la búsqueda de proveedores de equipos DSRC, se visitó la empresa PROCELEC quien brindó en sus instalaciones una demostración de su kit completo de tele-peaje. En esta demostración se incluyeron los equipos DSRC KASPCH.

- A partir de esta demostración se tomó en cuenta que los equipos DSRC KASPCH cumplieran con sus especificaciones técnicas y específicamente, con las distancias de lectura de los tags dadas por el fabricante, ya que en muchos casos suele suceder que en la práctica no coinciden estas especificaciones, un caso particular se da en los diseños con tecnología RFID, ya que la distancia de lectura de los tags RFID en muchos casos es menor a la dada por el fabricante.

- Al contactar a la empresa KASPCH, se pidió su *Past Performance* (documento que verifica la experiencia en proyectos realizados). Al revisar

este documento se confirmó que es una empresa de mucha experiencia, que ha realizado proyectos de sistemas de tele-peaje en varios países del mundo[51]

3.2.4.1.1 Selección del Dispositivo a Bordo

Figura 3.15 TS3203/10B (básico)[52]

Se escogió un dispositivo básico que cuente con las seguridades necesarias para no ser clonados.

Las principales características son las siguientes:

- Probado plenamente en aplicaciones de Vía Única y de Flujo Libre Multivía
- Permite operaciones de alta velocidad (decenas de Mbps)
- Compatible con especificaciones CEN DSRC
- Soporta la función *E-Purse* (*Electronic Purse*)[53]
- Autenticación mutua para evitar falsificaciones, Algoritmos ultra rápidos de autenticación DES y 3-DES
- Soporta varias generaciones de claves y múltiples aplicaciones
- Memoria de datos con acceso protegido de 1600 bytes
- Batería con vida útil de más de 7 años
- Tonos de timbre configurables

[51] Anexo 1
[52] Anexo 2

[53] **Monedero electrónico** (*Electronic Purse*): esta aplicación se utiliza como dinero electrónico. Se puede cargar una cierta cantidad de dinero (en terminales autorizados que dispongan de las claves de seguridad oportunas) y luego, sobre esta cantidad de dinero se pueden realizar operaciones de débito o consulta de modo que puede ser utilizado para el pago o cobro de servicios o bienes.

Ciertas especificaciones técnicas más importantes se pueden observar en la tabla 3.3, las demás se encuentran en el anexo 2.

Comunicación DSRC Conforme a:	Capa Física EN 12253[54] Capa de Enlace EN 12795 Capa de Aplicación EN 12834 Perfiles DSRC EN 13372 0/1, L1-B Definición de Interfaz de Aplicaciones EN ISO 14906[55] GSS (Especificación Global para comunicación de Corto Alcance DSRC) - Frecuencia de 5.8 GHz - Subportador Vía Satélite: 1.5 y 2.0 MHz
Alimentación	- Batería de Litio de 3 V incorporada - Vida Útil típica de la Batería: más de 7 años @ 2000 transacciones/año.
Memoria de Usuario	- Tipo: RAM (batería de respaldo) - Capacidad: 1600 bytes - Acceso únicamente a través de la interfaz DSRC
Interfaz con el Usuario	- Timbre 55 dBA @ 1 m - Tonos de timbre configurables
Peso	- 32 grs.

Tabla 3.3 Especificaciones Técnicas del Dispositivo a Bordo TS3203/10B (básico)[52]

3.2.4.1.2 selección de la antena para vía única

[54] *Estándares del Comité Europeo de Normalización (CEN), estos estándares se describen en la página 36 de este proyecto sección 2.2.1.4.

[55]* Especifica la interfaz de la aplicación de cobro electrónico que utiliza la comunicación especializada de corto alcance (DSRC).

Figura 3.16 Antena para Vía Única TRX-1320[56]

Como lo dice la empresa KAPSCH “la antena está diseñada para ser instalada en altura, en entornos de vía única”, es justamente lo que se necesitaría para cada carril del tele-peaje. El diseño de esta antena es específico para aplicaciones de vía única como es el caso del tele-peaje.

Posee una programación para transacciones básicas, como por ejemplo AutoPASS[57]. También es posible manejar la seguridad de la transacción desde la antena, ya que el software de la antena brinda opciones para esta aplicación.

En la siguiente tabla se pueden observar las especificaciones técnicas de mayor importancia de la antena TRX-1320 tomadas del anexo 3.

Comunicación DSRC	- Capa Física EN 12253:2004 DSRC - Capa de Enlace de datos EN 12795:2003 DSRC - Capa de Aplicación EN 12834:2003 DSRC - EN ISO 14906:2004 EFC – Interfaz de Aplicación para Comunicaciones DSRC - GSS (Especificación Global para Comunicaciones de Corto Alcance) - Canales de Frecuencia: 5.797GHz, 5.8025 GHz, 5.8075 GHz, 5.8125 GHz - Máx. energía emitida 2 W (33 dBm)
	- Ethernet 10/100BaseT

[56] Anexo 3

[57] *Aplicación que sirve para debitar del tag, el saldo por el uso de la vía mediante la utilización de antenas lectoras.

Interfaz del *Host Computer*	- Protocolo TCP/IP - API (Interfaz Protocolo de Aplicación) incluye mensajes para configuración DSRC, definición de la aplicación EFC y transferencia entre la Aplicación y la Antena.
Configuración y Prueba de la Interfaz	Interfaz basada en web para: - Configuración TRX - Definición de la Aplicación - Gestión de registro

Tabla 3.4 Especificaciones Técnicas de la Antena para Vía Única TRX-1320[56]

3.2.4.1.3 Selección del programador de tag

Figura 3.17 *Kapsch On Board Unit Programming Station OPS-1955*[58]

Para garantizar total interoperabilidad entre los equipos del sistema DSRC, es conveniente que el programador también debe ser de la marca KAPSCH. Las especificaciones técnicas de este programador se muestran en la siguiente tabla.

Comunicación DSRC	De conformidad con: • EN 12253, capa física • EN 12795, capa de enlace de datos • EN 12834, capa de aplicación • EN 13372, perfiles DSRC • Servicio de Seguridad General (Especificación Mundial para la Comunicación a corta distancia)

[58] PDF: Kapsch-KTC-DS-OPS-1955-EN-01

Frecuencia de los canales	• 5,7975 GHz, 5,8025 GHz • 5,8075 GHz, 5,8125 GHz De conformidad con: • EN 300674-2-1 V1.1.1 (2004) 301489-1 V1.6.1 • ES (2005) 301489-3 V1.4.1 • ES (2002) • EN 60950-1 (2001) + A11 (2004)
Dimensiones	• 170 x 113 x 48 mm (LxWxH)
Peso	• 500 g.
Eléctrico	• Fuente de alimentación externa: 5VDC 0.5A • Consumo de energía máximo 2,5 W (modo de funcionamiento)
Condiciones ambientales	• Temperatura de funcionamiento -5 A +50 °C • Temperatura de almacenamiento -20 A +70 ºC • Humedad ambiente: 5 a 95% (sin condensación)
Interfaz USB	• USB 2.0 Full Speed

Tabla 3.5 Especificaciones Técnicas de *Kapsch On Board Unit Programming Station OPS-1955*[58]

3.2.4.2 Selección de Equipos para el Diseño del Sistema de Control de los Periféricos en la Vía

3.2.4.2.1 Selección de la barrera de vía

Anteriormente se mencionaron los requerimientos del Gobierno Provincial de Loja, y uno de éstos era que se reutilicen los equipos disponibles en el actual peaje; en este sentido existen dos barreras de vía FAAC 620 estándar, las mismas que servirán para los carriles mixtos del tele-peaje.

A continuación se describirán algunas de las especificaciones técnicas para la barrera FAAC 620.

Figura 3.18 Barrera 620 estándar[59]

Características técnicas	620 ESTÁNDAR
Tensión de alimentación	230 Vac (+6% -10%) 50 (60) Hz
Motor eléctrico	Monofásico con dos sentidos de marcha
Potencia absorbida	220 W
Corriente absorbida	1A
Velocidad de rotación del motor	1.400 rpm
Caudal de la bomba	0.75/1 l/min.
Termoprotección en el bobinado motor	120℃
Par disponible	0÷200/0÷150 Nm
Deceleración electrónica	Regulable con levas
Temp. ambiente de funcionamiento	-20℃ a +55℃
Peso	73 kg
Tipo de aceite	FAAC HP OIL
Tratamiento cuerpo barrera	Cataforesis
Pintura	Poliéster RAL 2004
Tipo de barra	rectangular

Tabla 3.6 Especificaciones Técnicas de la Barrera 620 estándar[59]

3.2.4.2.2 Selección del semáforo vial

[59] Anexo 4

Se utilizarán los dos semáforos de dos luces existentes en el peaje para los carriles mixtos y se adquirirá otros dos de tres luces para los carriles exclusivos.

Figura 3.19 Semáforo Vial SF – 12L[60]

COLOR	No. LEDs	VOLTAJE (AC)	POTENCIA (W)	TEMPERATURA (°F)	INTENSIDAD (Cd)
Rojo	121	120 V – 60 Hz	11.0	-40℃ ~ +165℃	339
Ámbar	152	120 V – 60 Hz	20.0	-40℃ ~ +165℃	339
Verde	121	120 V – 60 Hz	12.0	-40℃ ~ +165℃	339

Tabla 3.7 Especificaciones Técnicas del Semáforo Vial SF-12L[60]

3.2.4.2.3 Selección de la caja de dinero

La caja de dinero que se utilizará en el presente diseño será la misma que actualmente usan los operadores de turno en el peaje, la marca de esta caja no es visible ya que está empotrada en una consola. La única función de la caja de dinero es guardar el dinero que se recaude del importe al peaje en los periodos del operador de turno, es decir cada 8 horas se recoge el dinero de la caja.

3.2.4.2.4 Selección de la impresora de ticket

[60] Anexo 5

El peaje actualmente cuenta con dos impresoras de ticket Tk41 en mal estado, por esta razón, se descarta la posibilitad de reutilizarlas en el presente diseño. Para la selección de la impresora de ticket se hará la comparación entre dos marcas muy conocidas EPSON y HP.

a) Impresora térmica EPSON TM-T58

Es una impresora de recibos compacta, diseñada específicamente para entornos de estacionamientos, estaciones de servicio, supermercados, minoristas, loterías y aplicaciones que ameriten rapidez en la impresión.

Figura 3.20 Impresora EPSON TM-T58[61]

A continuación se presentan algunas de sus características técnicas.

Tecnología de Impresión	Línea Térmica Impresión Monocromática
Resolución de Impresión	203 dpi x 203 dpi
Velocidad de Impresión	26,7 lps (100mm/Seg)
Interfaces	Paralelo RS-232
Dimensiones del rollo de papel	57,5 mm ± 0,5 mm (ancho) x 83 mm (diametro)
Sistemas Soportados	PC, PAC, PLC
Función D.K.D.	Conector para cajón de dinero
Características Físicas	116 mm x 204 mm x 137 mm /1,3 kg (2,9 lbs)

Tabla 3.8 Especificaciones Técnicas de la impresora EPSON TM-T58[61]

[61] http://www.epson.com.ec/asp/muestraDetalleProducto.asp?idProducto=C31CA04051

b) Impresora térmica directa HP FK224AA

Esta impresora térmica es la estación idónea para entornos de venta. Su tamaño compacto la convierte en una de las más pequeñas del mercado, perfecta para lugares con espacios reducidos.

Figura 3.21 Impresora térmica directa HP FK224AA[62]

A continuación se detallan las características técnicas más importantes de la impresora térmica directa HP FK224AA.

Interfaces/Puertos	1 x USB
Tecnología de Impresión	Línea Térmica Impresión Monocromática
Resolución máxima de Impresión	203 dpi
Sistema Soportado	PC
Peso (Aproximado)	1,36 kg
Anchura máxima de Impresión	80 mm (3,15")
Velocidad Máxima de Impresión	74 líneas/segundo
Características Físicas	144mm x 184mm x 134 mm

Tabla 3.9 Especificaciones Técnicas de la impresora térmica directa HP FK224AA[62]

Luego de detallar las especificaciones técnicas de mayor relevancia de las dos impresoras térmicas, se procede a realizar un cuadro comparativo (ver tabla 3.10), que permita escoger la impresora que cumpla con los requerimientos técnicos mencionados en la sección 3.2.1.2.4.

[62] http://es.buy.com/PR/Product.aspx?sku=209653304

Requerimientos	Impresora térmica EPSON TM-T58	Impresora térmica directa HP FK224AA
Tecnología de Impresión	✔	✔
Resolución de Impresión	✔	✔
Sistemas Soportados	✔	X
Interfaces	✔	X
Velocidad Máxima de Impresión	✔	✔
Costos	448,409	376.00

Tabla 3.10 Cuadro comparativo entre las impresoras de las marcas HP y EPSON[26]

Comparando las dos impresoras descritas anteriormente, se puede observar que la impresora que cumple con las especificaciones técnicas, es la Impresora EPSON TM-T58, ya que posee un puerto serial RS-232 para su comunicación con el controlador de vía.

La empresa EPSON también posee el modelo TM-U300 para la impresión de tickets, pero se escogió la impresora TM-T58 por ser una impresora comúnmente probada en aplicaciones de estacionamiento vehicular.

3.2.4.2.5 Selección de la pantalla de anuncios

En el peaje actualmente existen dos pantallas de alta luminosidad marca PROCELEC, su interfaz de comunicación es RS-232. Se reutilizarán también estas pantallas para el diseño de los carriles mixtos del tele-peaje, ya que en los carriles exclusivos no se colocan pantallas.

Figura 3.22 Pantalla de anuncios PROCELEC[3]

3.2.4.2.6 Selección del Clasificador Automático de Vehículos

La mayoría de proveedores únicamente brindan clasificadores invasivos de fibra óptica que se colocan bajo el pavimento, pero tomando en cuenta los requerimientos que se mencionaron en la sección 3.2.1.2, no se puede escoger un clasificador invasivo como los que actualmente posee el peaje.

Se realizó una búsqueda de sensores capaces de clasificar los vehículos de una forma no invasiva y se encontró un clasificador de vehículos ASIM 295 (ver Figura 3.23), que cumple con los requerimientos mencionados anteriormente.

Figura 3.23 Clasificador Automático de Vehículos ASIM TT295[63]

Las especificaciones técnicas más importantes del clasificador vehicular ASIM TT295 se muestran en la tabla 3.11.

Mecánicas	**Material de la caja**	**Policarbonato, gris claro**
	Puntos de montaje	M8, acero inoxidable V4A
	Peso	aprox. 800 g (1.75 lbs)
Micro-ondas	Radar Doppler	Banda-K 24.05 a 24.25 GHz
Ultrasonido	Frecuencia	50 kHz
	Pulso de frecuencia	10 a 30 Hz
Infrarrojo	Sensores	Cortina multicanal dinámica
	Espectro de respuesta	8 a 14 µm
Eléctricas	Tensión de alimentación	10.5 a 30 V DC
	Consumo	típico. 80 mA @ 12 V DC típico. 25 mA in reposo (TT 293)

[63] Anexo 6

	Salida (Transferencia datos)	Bus RS 485. 9600, 8, e, 1
	Tiempo de arranque	típico. 20 s desde encendido

Tabla 3.11 Especificaciones Técnicas del Clasificador de Vehículos ASIM TT295[63]

3.2.4.2.7 Selección del Controlador de Vía

Se utilizará como controlador de vía un PAC de marca OPTO22, que será el encargado de controlar los periféricos en la vía.

Figura 3.24 Controlador SNAP-PAC-R1[64]

Este controlador es muy usado para este tipo de aplicaciones, durante años la empresa PROCELEC lo ha venido usando para aplicaciones de automatización de peajes.

El software que utiliza este controlador es muy amigable. Además posee dos interfaces Ethernet independientes y se los puede usar en caso de requerir redundancia o para dar mantenimiento; es importante recalcar que este PAC viene con su propio software HMI evitando la adquisición de una licencia de programas como *INTOUCH* o *LABVIEW*.

Actualmente, en el peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto se encuentra funcionando este equipo, el mismo que está en perfectas condiciones, por tal razón también se lo reusará para el presente diseño.

[64] Anexo 7

En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas más importantes de este PAC.

Procesador	200 MHz de 32 bits ColdFire® 5475 con unidad integrada de punto flotante (FPU).
Comunicación (interfaces)	Dos interfaces Ethernet independientes de 10/100 Mbps (RJ-45) cada interfaz tiene una dirección IP. Se conecta al host y E/S. Un puerto serial RS-232 con negociación por hardware. Se conecta al host (a través de módem y PPP) o dispositivo de serie.
Software *PAC Project Basic* *PAC Project Professional*	Incluye la programación, el software HMI y el software de configuración, incluido en la compra del controlador. Únicamente incluye el software *PAC Project Basic*. Para obtener el PAC *Project Professional*, se debe comprar la licencia.
Batería de Reserva	Recargable

Tabla 3.12 Especificaciones Técnicas del Controlador SNAP-PAC-R1[64]

3.2.4.3 Selección de Equipos para el Diseño del Sistema de Monitoreo

Para la elección de la cámara IP se escogieron dos marcas reconocidas y que actualmente se usan mucho para este tipo de aplicaciones, estas marcas son D-LINK y TRENDNET.

3.2.4.3.1 Selección de las cámaras para vigilancia IP

En esta sección se escogerán las cámaras de vigilancia IP que se utilizarán en el presente proyecto, se escogieron las cámaras IP ya que permiten ver en tiempo

real lo qué está pasando en un lugar, aunque esté a miles de kilómetros de distancia, el único requisito es tener acceso a Internet.

Es importante que las cámaras de vigilancia IP cumplan con los requerimientos técnicos mencionados en la sección 3.2.1.3.1, para el correcto funcionamiento del sistema de monitoreo del presente proyecto.

a) Cámara TRENDNET TV-IP522P

Esta cámara cumple con el estándar PoE y no necesita que se coloque un punto de corriente junto a ella ya que la alimentación es por el mismo cable de comunicación Ethernet.

Figura 3.25 Cámara TRENDNET TV-IP522P[65]

En la tabla 3.13 se describen las características más importantes de la cámara TRENDNET TV-IP522P.

Cámara	General	Sensor de imagen de 1/2.5” a color con CMOS SOC Sensor Resolución: 2592(H)x1944(V) Resolución:1280 x 960 pixels Lentes: 1/2” estándar CS-Mount, sustituible Distancia de enfoque: 4mm Sensor de sensibilidad: 1.4V/lux-sec (550nm) Iluminación mínima: 0.5 Lux @ F1.4 Profundidad de enfoque: 70cm ~ infinita
	Image & Video	Compresión: simultáneos H.264 / MPEG-4 / MJPEG Perfiles: hasta 4 perfiles simultáneos Control de exposición/balance de blancos: automático construido en ICR

[65] http://www.trendnet.com.mx/langsp/products/proddetail.asp?prod=170_TV-IP522P&cat=58

		Resolución: 4VGA (1280x960) hasta 15fps, HDTV (1280x720) hasta 15fps, VGA (640x480) hasta 30fps
Hardware	Red	IEEE 802.3u 10/100Mbps Fast Ethernet, Auto-MDIX IEEE 802.3af PoE
Requerimientos	IPView Pro 2.0	Canal: soporta hasta 32 cámaras, Grabación/ Reproducción/ Detección de movimiento/Audio
	Protocolos admitidos	IPv4, ARP, TCP, UDP, ICMP, DHCP Client, NTP Client, DNS Client, DDNS Client, SMTP Client, FTP Client, HTTP,Samba Client, PPPoE,UPnP,RTP,RTCP RTSP

Tabla 3.13 Especificaciones Técnicas Cámara TRENDNET TV-IP522P[65]

*b) Cámara TRENDNET **TV-IP252P***

Este tipo de cámara es muy utilizada en interiores, ya que su diseño es mucho más estético, además brinda la posibilidad de ocultar su posición debido a que cuenta con una cubierta de material obscuro.

Figura 3.26 Cámara TRENDNET TV-IP252P[66]

Cámara	**General**	Sensor: Sensor de imagen de 1/4” a color con CMOS SOC Resolución: 640 x 480 pixels Distancia de enfoque: 4mm Iluminación mínima: 0.1 Lux @ F2.0 Angulo de visión: horizontal: 62 grados
		Compression: Transmisión en tiempo real de imágenes MPEG-4/MJPEG , 3GPP

[66] http://www.trendnet.com.mx/langsp/products/proddetail.asp?prod=160_TV-IP252P&cat=58

	Imagen & Video	Mirror image: vertical/horizontal Resolución: VGA (640x480), QVGA (320x240), QQVGA (160x120) hasta 30fps
Hardware	Red	IEEE 802.3u 10/100Mbps Fast Ethernet, IEEE 802.3af PoE
Requerimientos	SecurView™ Software	Canal: soporta hasta 16 cámaras Grabación/Reproducción/Detección de movimiento/Audio
	Protocolos admitidos	TCP/IP, UDP, ICMP, Cliente DHCP, Cliente NTP, Cliente DNS, Cliente DDNS, Cliente SMTP, Cliente FTP,HTTP Server, Cliente Samba, PPPoE, UPnP, Bonjour, RTP , RTSP, RTCP

Tabla 3.14 Especificaciones Técnicas Cámara TRENDNET TV-IP522P[66]

c) Cámara D-LINK DCS-3410

La cámara de vigilancia DCS-3410 de D-Link proporciona una solución de vigilancia IP, ideal para exteriores. La cámara viene equipada con 2 puertos de *input* para sensores o alarmas, 1 puerto digital output para alarma y 1 puerto de *output* para iluminadores infrarrojos. El contar con el estándar PoE otorga a esta cámara mayor versatilidad y una instalación simple.

Figura 3.27 Cámara D-LINK DCS-3410[67]

Las principales características técnicas de esta cámara de vigilancia IP se describen en la tabla 3.15.

[67] Anexo 8

Interfaces	-1 puerto Fast Ethernet 10/100 Mbps -Soporte Estándar IEEE802.3af (Power over Ethernet) -Soporte 802.3x Flow Controll para Full Duplex. - Auto-negociación MDI/MDIX
Características del Video	-Tamaño de Imagen, calidad y tasa de bits ajustables -Estampado de tiempo y texto sobre la imagen. -Opciones de Flip y Mirror -Brillo configurable -Soporte de Control Automático de Ganancia (AGC) -Soporte de Balance Automático del blanco (AWB) -Soporte Disparador Electrónico Automático (AES)
Algoritmos de Video Soportados	-Compresión Simultánea Dual MPEG4 & MJPEG -Soporte de diferentes perfiles simultáneos para la visualización vía web, móviles 3G y grabación de video. -Soporte de Softwares Móviles de Vigilancia 3GPP -Visualización en tiempo real de hasta 10clientes simultáneos -Compresión JPEG para snapshot.
Seguridad	-Protección de Administrador y Grupos de Usuarios -Autenticación vía Password.
Protocolos de Red Soportados	IPV4, ARP, TCP, UDP, IGMP, ICMP,DHCP Cliente, NTP, DNS Cliente, DDNS Cliente, SMTP Cliente, FTP Cliente, HTTP Server, Samba Cliente, PPPoE, RTP, RTSP, RTCP, UPnP AV, 3GPP
Software de Administración y Vigilancia	-D-ViewCam: *Administración Remota y control de hasta 32 cámaras IP *Visualización de hasta 32 cámaras en una sola pantalla *Soporte de todas las funcionalidades de la interfaz Web *Opción de grabación programada o manual

Tabla 3.15 Principales Características de la Cámara D-LINK DCS-3110[67]

d) Cámara D-LINK DCS-6410

La cámara domo DCS-6410 de D-Link con estándar PoE, está diseñada para la vigilancia en todo momento, el LED montado de infrarrojos permiten el monitoreo durante la noche a distancias de hasta 15 metros. Estos elementos hacen que DCS-6410 sea una cámara ideal para aplicaciones de vigilancia IP.

Figura 3.28 Cámara D-LINK DCS-6410[68]

En la tabla 3.16 se mencionan las características de mayor importancia de la cámara de vigilancia IP D-LINK DCS-6410.

Estándar	-IEEE 802.3 -IEEE 802.3u -IEEE 802.3af -802.3x Flow Control (Solo en modo FullDuplex)
Interfaces	1 puerto Fast Ethernet 10/100 Mbps, Full Duplex
Resolución de Video	-NTSC: *Sobre 30 fps a 176x120 *Sobre 30 fps a 352x240 *Sobre 30 fps a 704x480 -PAL: *Sobre 25 fps a 176x144 *Sobre 25 fps a 352x288 *Sobre 25 fps a 704x576
Protocolos de Red Soportados	TCP/IP, RTSP, RTP, RTCP, HTTP, SMTP, FTP, NTP, DNS, DHCP, UPnP, DDNS, PPPoE, ICMP, Cliente Samba, 3GPP
Administración Remota	-Configuración accesible vía Web Browser -Visualización y grabación vía Web

[68] Anexo 9

	Browser

Tabla 3.16 Principales Características de la Cámara D-LINK DCS-6410[68]

A continuación se procede a verificar mediante un cuadro comparativo el cumplimiento de las características técnicas mencionadas en la sección 3.2.1.3.1 (ver tabla 3.17).

Requerimientos	Cámara TRENDNET TV-IP522P	Cámara TRENDNET TV-IP252P	Cámara D-LINK DCS-3410	Cámara D-LINK DCS-6410
Estándar IEEE 802.3af (PoE)	✔	✔	✔	✔
Visión nocturna	✔	✔	✔	✔
Resistencia a la intemperie	✔	✔	✔	✔
Protocolo IP	✔	✔	✔	✔
Sensor de movimiento	✔	✔	✔	✔
Compatibilidad del software entre cámaras de diferentes modelos	X	X	✔	✔
Garantía local	X	X	✔	✔

Tabla 3.17 Cuadro comparativo entre las cuatro cámaras de vigilancia IP[26]

Luego de analizar las características técnicas de las cámaras, se concluye que las cámaras TRENDNET no tienen un software en común, cada modelo tiene un software distinto. Otro aspecto importante a considerar es que la mayoría de las empresas en Ecuador poseen equipos y repuestos D-LINK al igual que en la Provincia de Loja, por lo tanto es conveniente escoger una marca que posea

garantía local para cuando se presente algún daño en estas cámaras se pueda brindar una rápida solución.

En lo que tiene que ver a los costos de los equipos, la cámara TRENDNET TV-IP522P está a un precio de 473.28 euros[69] que equivale aproximadamente a 660.631 dólares americanos; siendo su precio más elevado que el de la cámara D-LINK que es de 454.72 dólares americanos.

Por las razones explicadas anteriormente para el presente diseño se escogió la marca D-LINK, ya que cumple con los requerimientos técnicos detallados en la tabla 3.17.

3.2.4.4 Selección de Equipos para la Red de Datos

En esta parte se seleccionarán las PCs, los equipos de conectividad (*Switch y Router*), Teléfonos IP y el tipo de par trenzado que se utilizará para el presente diseño.

3.2.4.4.1 Selección de las PCs

Las PCs se usarán para aplicaciones de administración, por esta razón se les instalará paquetes como office 2010, lector de formato PDF, AutoCAD, entre otros.

Para la selección de las computadoras personales se escogió a la empresa HP, que es una de las mejores en la fabricación de equipos de computación, posee una buena garantía que va desde cambio de piezas hasta el remplazo de todo el equipo, éstas son razones suficientes para que muchas empresas tanto públicas como privadas prefieran esta marca.

Sin embargo para escoger el modelo de PC adecuado, se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

[69] http://www.xe.com/ucc/convert.cgi

- Debido a que las PCs en un periodo máximo de 5 años son donadas a otras instituciones o reubicadas dentro del Gobierno Provincial de Loja, se debe escoger una computadora con las características que se mencionaron en la sección 3.2.2.5.

- En la actualidad en el Ecuador las instituciones públicas como el Ministerio del Ambiente, el Ministerio de Energía y Minas; compran en paquetes grandes las PCs y escogen un solo modelo estándar para todos los servidores públicos de la institución. Esto se debe precisamente a que en las instituciones públicas las PCs siempre están rotando; es decir, durante seis meses pueden ser utilizadas para trámites administrativos y durante los próximos seis meses pueden ser utilizadas para diseño gráfico u otras aplicaciones que demanden mayor procesamiento.

- En el actual peaje también trabaja un ingeniero civil encargado de arreglar la vía cuando el caso lo amerite y este ingeniero en ocasiones también debe ocupar una de las tres PCs de escritorio disponibles en ese momento para revisar sus planos o realizar aplicaciones en 3D para verificar el estado de la vía, para ello debe utilizar AutoCAD y este programa requiere mucho más procesamiento.

En la tabla 3.18 se muestran los requerimientos del software AutoCAD 2010.

Descripción	Requisitos
Sistema operativo	32bit: Windows Vista Enterprise, Business, Ultimate, Home Premium (SP1), Windows XP Professional, Home Edition (SP2 o superior). 64bit: Windows Vista Enterprise, Business, Ultimate, Home Premium (SP1), Windows XP Professional x64 Edition (SP2 o superior)
Navegador	Windows Internet Explorer 7.0 o superior

CPU	32bit: Windows Vista: Intel Pentium 4 o AMD Athlon Dual Core, 3.0 GHz o superior Intel Pentium 4 o AMD Athlon Dual Core, 1.6 GHz o superior. 64bit: AMD Athlon 64 Intel Pentium 4 o Xeon
RAM	Windows Vista: 2 GB RAM Windows XP: 2 GB RAM
Espacio en disco duro	32bit: 1 GB libre para la instalación 64bit: 1.5 GB de espacio libre para la instalación
Requisitos adicionales	Intel Pentium 4 o AMD Athlon, 3.0 GHz o superior; Intel o AMD Dual Core, 2.0 GHz o superior 2 GB RAM o superior 2 GB de espacio libre aparte de la instalación

Tabla 3.18 Requerimientos del software AutoCAD 2010[70]

Debido a las razones anteriores se escogió un modelo con características promedio como es el HP 3000 Pro Intel Core 2 Duo E7500 (ver la tabla 3.19).

Figura 3.29 HP 3000 Pro Intel Core 2 Duo E7500[71]

MARCA	HP-COMPAQ
MODELO	PRO 3000
PROCESADOR (GHz)	INTEL CORE 2 DUO E7500 (2.93GHz/L2 3MB/1066MHz)
MEMORIA (MB)	2048 DDR3
DRIVE	DVD SUPER-MULTI CON LIGHTSCRIBE
DISCO DURO (GB)	320 S-ATA

[70] http://angelmartinez.org/blog/2009/02/18/novedades-de-autocad-2010-requisitos/
[71] Anexo 10

Tabla 3.19 Principales Características de HP 3000 Pro Intel Core 2 Duo E7500[71]

3.2.4.4.2 Selección del cableado

El cableado existente en el peaje se lo realizó con UTP categoría 6 marca HUBBELL, el resto del cableado también se lo realizará con este tipo de cable, para garantizar total interoperabilidad en la red de datos y porque la capacidad del cable UTP categoría 6 proveen transferencias de hasta 10 Gbit/s.

Figura 3.30 Cable UTP Cat. 6 HUBBELL con conector RJ-45[72]

En la siguiente tabla se pueden observar las principales características que brinda este tipo de cable de par trenzado.

MARCA	HUBBELL
ANCHO DE BANDA	250 MHz @ 100m
TIPO DE CONECTOR	RJ-45 categoría 6
NÚMERO DE PARES	4 (para la transmisión de datos únicamente se utilizan dos pares, los restantes servirán para la alimentación por Ethernet)
NEXT	39.5 dB @ 250 MHz
FEXT	23 dB @ 250 MHz
Impedancia Característica	100 Ω

Tabla 3.20 Principales Características del Cable UTP categoría 6 Marca HUBBELL[72]

3.2.4.4.3 Selección del Router

[72] http://www.synetcom.com.mx/synetcomshop2/catalog/index.php?cPath=27_28_29_289

Se escogió la marca CISCO para el Router, debido a que el Gobierno Provincial de Loja cuenta con este tipo de equipos y al realizar un enlace de datos desde el Gobierno Provincial de Loja hasta el peaje se garantizaría total interoperabilidad entre equipos de la misma marca. Por otro lado, existe la posibilidad de efectuar un contrato con la CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones), para el uso de un E1 que servirá para establecer el enlace desde el tele-peaje hasta las instalaciones del Gobierno Provincial de Loja o en su defecto para la obtención del servicio de Internet en el tele-peaje de la vía Loja-Catamayo-aeropuerto; en este tipo de contratos corporativos la CNT se compromete a dar en préstamo un Router CISCO, esta fue otra razón por la que se escogió la marca CISCO para el ROUTER.

Figura 3.31 Router Cisco 2801[73]

Se escogió el modelo de router 2801, porque éste será el que la CNT proporcione al Gobierno Provincial de Loja en caso de realizarse el contrato para el enlace de datos o de internet, además este router cumple con los requerimientos técnicos mencionados en la sección 3.2.2.3.

Cisco 2800 Series	Cisco 2801
Memoria RAM	128 MB (instalados) / 384 MB (máx.)
Memoria Flash	64 MB (instalados) / 128 MB (máx.)
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet
Algoritmo de cifrado	DES, Triple DES, AES
Puerto USB	1
Puertos LAN	2-10/100
OS proporcionado	CISCO IOS
Opcional (PoE)	si

[73] http://www.ciao.es/Cisco_2801_Integrated_Services_Router__625648

Puerto de consola	1
Ranura para módulo de fibra	si

Tabla 3.21 Principales Características del Router Cisco 2801[73]

3.2.4.4.4 Selección del switch

Se requiere un switch de 24 puertos debido a que existen 23 interfaces Ethernet como se indica más adelante en la sección 3.2.6.

La selección del switch al igual que las cámaras IP, también se hará entre las marcas TRENDNET y D-LINK, ya que se debe colocar en lo posible equipos de las mismas marcas para garantizar total interoperabilidad.

A continuación se describen las características de estos dos tipos de switches de marcas TRENDNET y D-LINK.

a) Switch TRENDNET TPE-224WS

Este switch cumple con todos los requerimientos técnicos descritos en la sección 3.2.2.4 y es comúnmente utilizado para redes de pequeñas y medianas empresas.

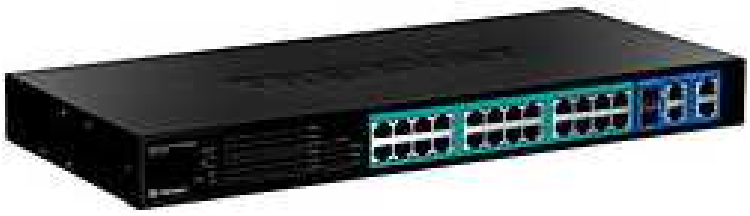


Figura 3.32 Switch TRENDNET TPE-224WS[74]

A continuación se describen las principales características de este switch (ver tabla 3.22)

[74] http://www.trendnet.com.mx/langsp/products/proddetail.asp?prod=130_TPE-224WS&cat=58

Hardware	Standard	IEEE 802.3af Power over Ethernet IEEE 802.3 10Base-T IEEE 802.3u 100Base-TX IEEE 802.1p QoS IEEE 802.1Q VLAN
	Red	Ethernet: UTP/STP Cat. 3, 4, 5 a 100m Fast Ethernet: UTP/STP Cat. 5, 5e a 100m Gigabit: UTP/STP Cat. 5, 5e, 6 a 100m PoE: 4-pair UTP Cat. 5, 5e a 100m
	Puertos LAN	24 x 10/100Mbps Auto-MDIX PoE 4 x 10/100/1000Mbps Auto-MDIX Gigabit
	Velocidad de transferencia de datos	Ethernet: 10/20Mbps (Half/Full Duplex) Fast Ethernet: 100/200Mbps (Half/Full Duplex) Gigabit: 2000Mbps (Full Duplex)
PoE	alimentación a través de Ethernet	Hasta 15,4 vatios por puerto; máximo 170W para todos los puertos PoE, ajuste manual para la limitación de alimentación PoE y protección PoE contra cortocircuitos

Tabla 3.22 Principales Características del Switch TRENDNET TPE-224WS[74]

b) Switch D-LINK DES-3828P

Los equipos de red D-LINK actualmente poseen garantía y servicio técnico local, brindando la posibilidad de solucionar rápidamente cualquier daño. Los switch D-LINK son muy utilizados para aplicaciones de monitoreo así como también para la interconexión de equipos de red en pequeñas y medianas industrias.

Figura 3.33 Switch D-LINK DES-3828P[75]

A continuación se presentan las principales características del switch D-LINK DES-3828P.

INTERFACES	Puertos 10/100Base-TX	24
	Puertos 10/100/1000Base-T	2
	Puertos /Slots Combo 10/100/1000Base-T/SFP	2
	Auto-negociación de la velocidad de red	Si
	Puerto de consola RS-232	1
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	Fuente de alimentación interna	AC a DC
	Entrada de energía	100 a 240VAC, 10A, 50 a 60Hz
	Salida de energía	12VDC, 10.5A (max)
	Consumo de energía	395.2 watts (max)
	Fuente de alimentación	DPS-600

[75] Anexo 11

	redundante (Opcional)	
	802.3af PoE	Si
	Número de puertos PoE	24
	PoE Auto-descubrimiento	Si
	PoE Auto-Deshabilitar (por Interfaz)	Si
	Circuito de protección PoE	Si
	Tabla de direcciones MAC	16K
	Tamaño del búfer de paquetes	32MB

Tabla 3.23 Principales Características del Switch D-LINK DES-3828P[75]

Se procede a realizar un cuadro comparativo de los dos tipos de switch para verificar el cumplimiento de las características técnicas mencionadas en la sección 3.2.2.4.

Requerimientos	Switch TRENDNET TPE-224WS	Switch D-LINK DES-3828P
Configurable y administrable mediante Consola, Browser y/o Telnet	✔	✔
Velocidades altas (decenas de Mbps y centenas Gbps)	✔	✔
Estándar 802.3af	✔	✔
Creación de VLANs	✔	✔

24 puertos	✔	✔
Garantía local	X	✔

Tabla 3.24 Cuadro comparativo entre los switches TRENDNET y D-LINK[26]

Se escoge la marca D-LINK debido a que en Loja existe ya servicio técnico para esta marca y lo da la empresa MASTER PC; por otro lado, para garantizar total interoperabilidad con las cámaras de vigilancia IP de marca D-LINK que se escogieron anteriormente, es necesario que es switch también sea DLINK.

3.2.4.4.5 Selección del teléfono IP

Se escogió este tipo de teléfono ya que cumple con las características y los requerimientos antes mencionados. Se seleccionó la marca D-LINK debido a que anteriormente también se escogió esta marca en las cámaras IP y en el *switch,* entonces es necesario que la mayor parte de equipos sean de una sola marca para que exista total interoperabilidad aprovechando todos los recursos que brindan cada equipo.

Otra alternativa es el teléfono IP D-LINK DPH-400SE ya que cumple con los requerimientos establecidos anteriormente pero su precio es mucho mayor al teléfono IP D-LINK DPH-150SE. El teléfono IP D-LINK DPH-400SE cuesta 224 dólares mientras que el teléfono IP D-LINK DPH-150SE cuesta 126,56, según consta en el anexo 15.

Figura 3.34 Teléfono IP D-LINK DPH-150SE[76]

[76] Anexo 12

Las características técnicas del teléfono IP D-LINK DPH-150SE se muestran en la siguiente tabla.

ESTÁNDARES	• IEEE 802.3 • IEEE 802.3u • 802.3af
INTERFACES	• 1 Puerto 10/100 Mbps Ethernet (Hacia internet), Soporte para PoE (*Power Over Ethernet*) • 1 Puerto 10/100 Mbps Ethernet (Hacia PC local)
DISPLAY LCD	• Dos líneas, 13 caracteres x 2 líneas • Negro / Blanco • 128 x 26 matriz de puntos
Teclado	• 36 teclas

Tabla 3.25 Principales Características del Teléfono IP D-LINK DPH-150SE[76]

3.2.4.5 Selección de los Servidores

En los requerimientos que mencionaron los técnicos del Gobierno provincial de Loja, se pidió que los servidores sean HP: por esta razón no se buscó otra marca que cumpla con las características y requerimientos del servidor que se mencionaron en la sección 3.2.3.

Debido a que la empresa HP posee una gran variedad de modelos en lo referente a servidores, se decidió visitar a la empresa BINARIA que es una empresa distribuidora de equipos HP en el Ecuador, con el fin de pedir asesoría en lo concerniente a servidores HP y de esta manera poder escoger el modelo adecuado. Al comentar las características y requerimientos de los dos servidores mencionados anteriormente, el técnico certificado HP recomendó un modelo en específico, este modelo es el ML350T06 E5504 LFF Entry Svr US, ya que este tipo de servidor posee flexibilidad para colocar fuentes redundantes y posee servicio técnico local.

Figura 3.35 Servidor HP ML350T06 E5504 LFF Entry Svr US[77]

Las características técnicas de mayor importancia del Servidor HP ML350T06 E5504 LFF *Entry Svr US* se muestran en la siguiente tabla.

Procesador	Intel® Xeon® E5504 (4 núcleos, 2,00 GHz, 4 MB L3, 80W)
Número de procesadores	1
Núcleo de procesador disponible	Quad
Ranuras de memoria	18 ranuras DIMM
Memoria	PC3-10600R (RDIMM)
Ranuras de expansión	6
Controlador de red	(1) 2 Puertos 1 GbE
Tipo de fuente de alimentación	(1) 460 vatios conexión en caliente (redundancia activada)
Controlador de almacenamiento	(1) Smart Array P410i/Memoria cero
Software de gestión	N/D
Tipo de unidad óptica	DVD-ROM SATA media altura
Software de gestión remota	Insight Control con iLO Advanced

Tabla 3.26 Principales Características del Servidor HP ML350T06[77]

[77] http://www.intelcompras.com/hewlett-packard-ml350-quadcore-e5504-sassata-torre-p-38823.html

3.2.5 UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS

La ubicación de los equipos es fundamental para el buen desempeño del telepeaje, ya que existen equipos delicados como las antenas lectoras DSRC que debe estar bajo la cubierta y fijas para la correcta lectura de los tags. Además a las cámaras de video que se las colocará dentro de una caja protectora para aislarlas de las condiciones ambientales que puedan dañarlas, por otro lado también se deben considerar las distancias de las barreras, ya que es necesario calcular a qué distancia deben estar ubicadas éstas para el correcto funcionamiento con el sistema DSRC.

3.2.5.1 Ubicación de los Equipos del Sistema DSRC

a) Ubicación de las antenas lectoras DSRC

El sistema DSRC se forma por los tags y las antenas lectoras. En la Figura 3.36 se puede observar la ubicación aproximada que tendrían las Antenas lectoras DSRC.

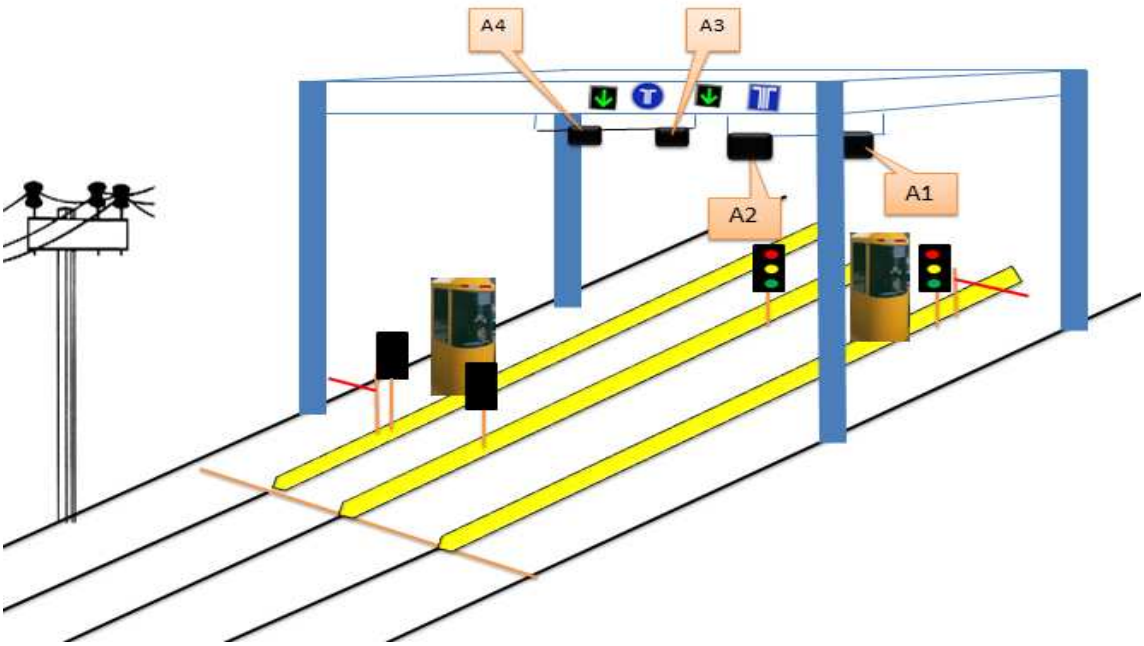


Figura 3.36 Ubicación de las antenas lectoras del Sistema DSRC[26]

Las antenas lectoras tienen la nomenclatura A1, A2, A3 y A4 y se ubicarán en la parte superior bajo la cubierta del peaje, en posición inclinada de tal manera que forme un ángulo de 55 grados, según lo indicado por el fabricante tal como se observa en la Figura 3.37.

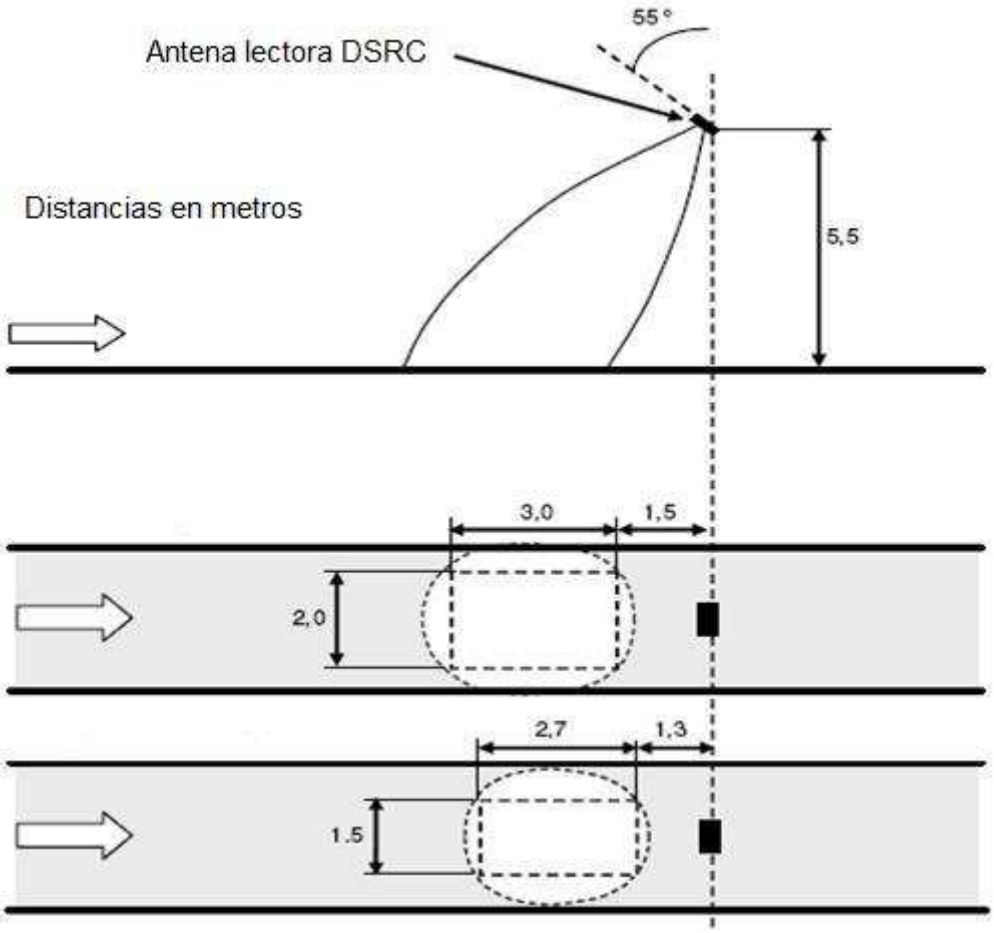


Figura 3.37 Zona de Comunicación con el *Transceiver* TRX1320A/E[9]

Las distancias desde las antenas hasta el Switch (ver Figura 3.38), pasando el cable de red por la columna 1 son las siguientes:

- A1 se encuentra a una distancia de 47,2m
- A2 se encuentra a una distancia de 53,7m
- A3 se encuentra a una distancia de 43,5m
- A4 se encuentra a una distancia de 50m

Por tanto el total de cable UTP que se utilizará para el sistema DSRC es de 194,4m.

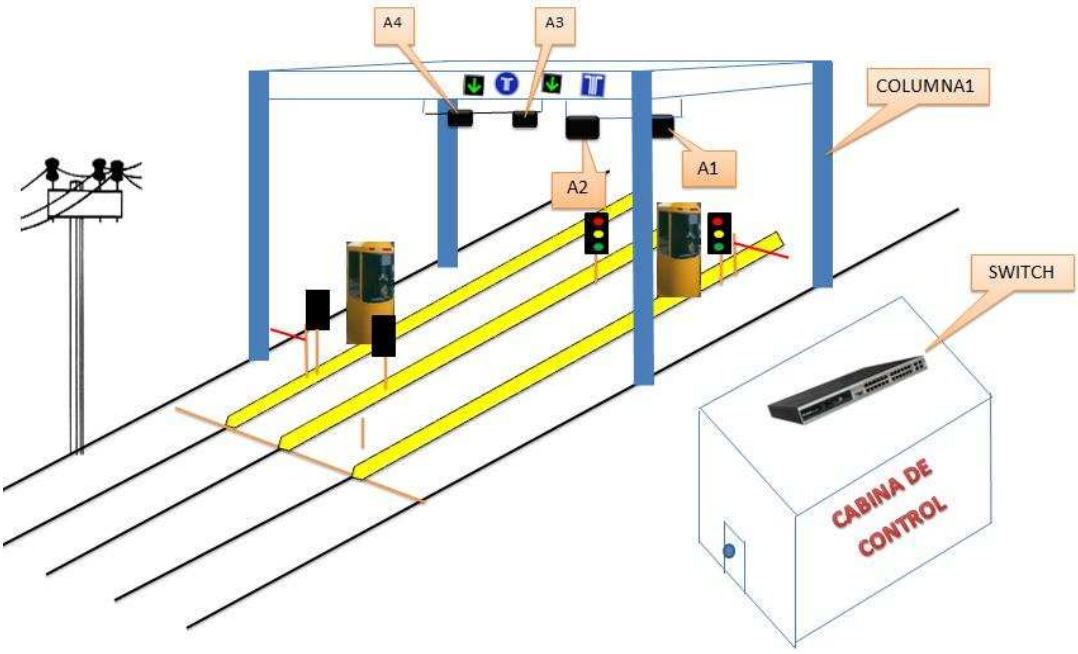


Figura 3.38 Ubicación de la columna 1 y el Switch[26]

En la Figura 3.39 se indica la forma de conexión de las antenas lectoras del sistema DSRC.

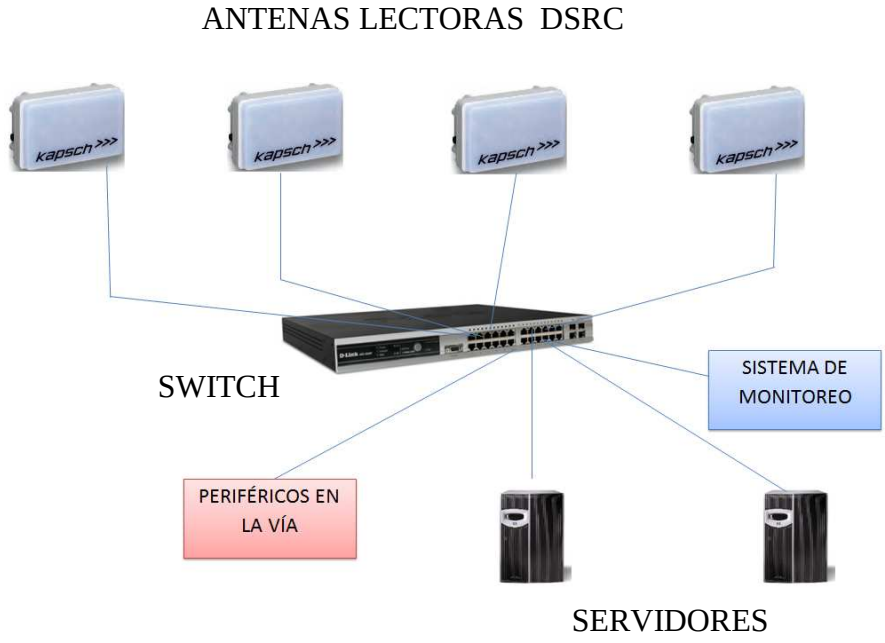


Figura 3.39 Conexión de las Antenas Lectoras del Sistema DSRC[26]

b) Ubicación de los tags DSRC

La ubicación de los tag DSRC en los vehículos, será en la parte superior central del interior del parabrisas a unos 5 centímetros aproximadamente del marco superior, detrás del espejo retrovisor. Antes de colocar el tag se debe limpiar la superficie de la zona elegida del parabrisas para una correcta adhesión.

El soporte del tag DSRC deberá dejarse instalado permanentemente en el parabrisas del vehículo, ya que posteriormente una vez terminado el saldo; el usuario debe acercarse a las oficinas del peaje para realizar una recarga con el tag DSRC.

En la Figura 3.40, se puede observar la colocación del tag y una ampliación del mismo dentro del vehículo.

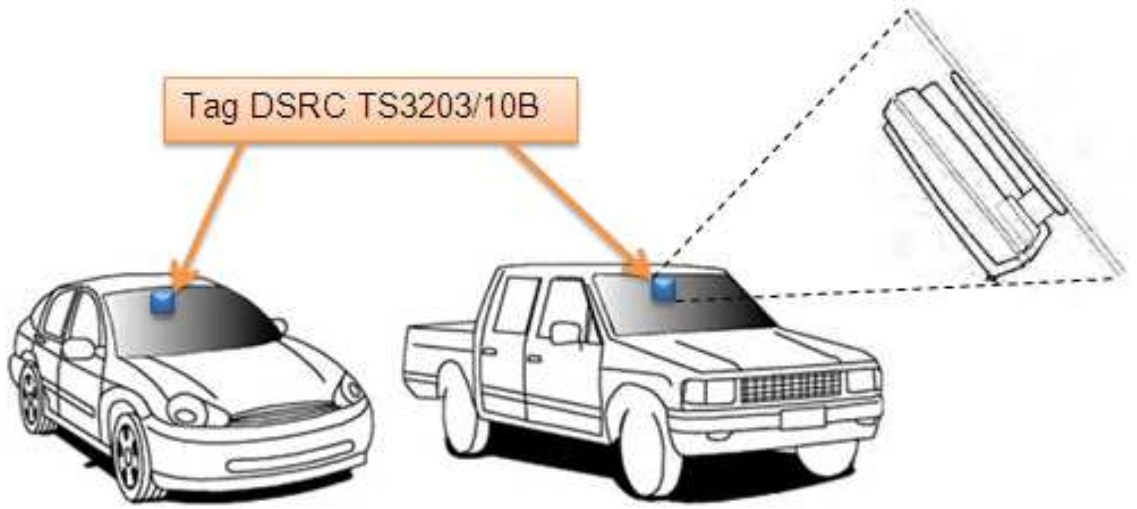


Figura 3.40 Instalación del tag DSRC[26]

3.2.5.2 Ubicación de los Equipos del Sistema de Control de los Periféricos en la Vía

En la Figura 3.41 se encuentra un esquema con la ubicación de los Equipos del Sistema de Control de los Periféricos en la Vía.

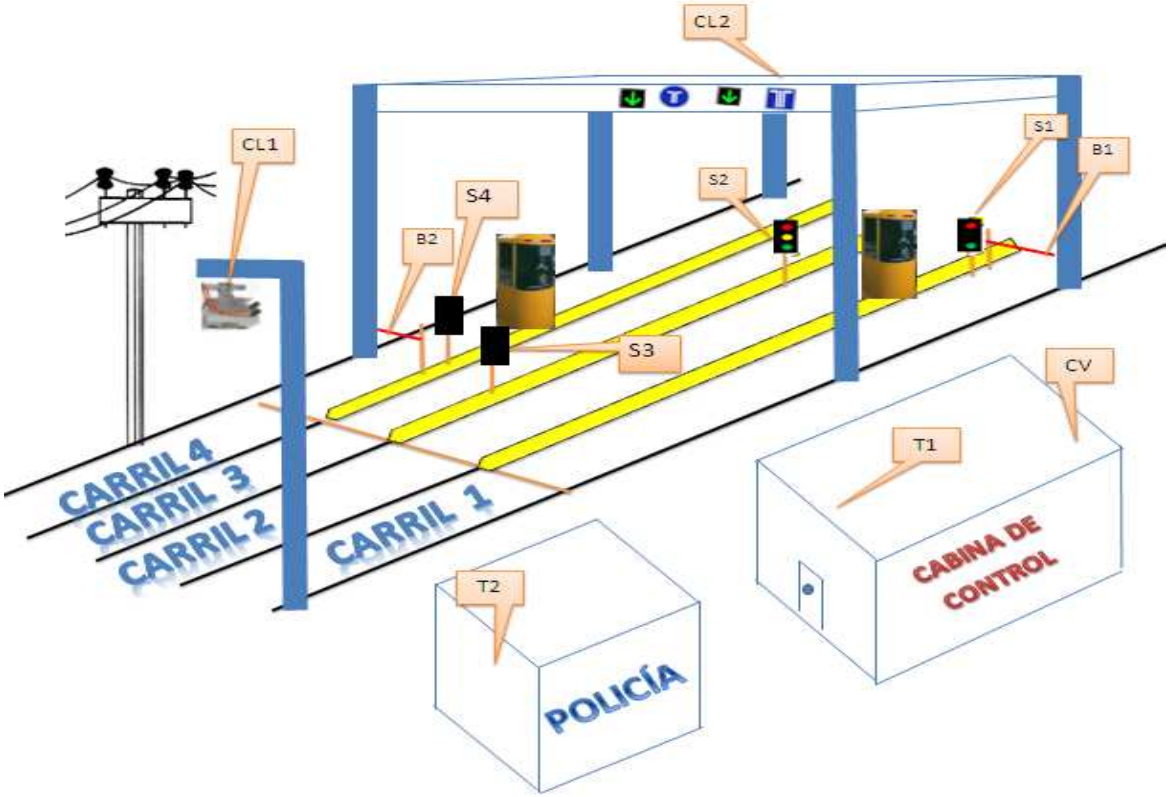


Figura 3.41 Ubicación de los Equipos del Sistema de Control de los Periféricos en la Vía[26]

Las barreras se representan con B1 y B2, éstas se colocarán en los carriles mixtos del tele-peaje a una distancia de 16 m desde la línea que inicia cada carril. Las cabinas de cobro se instalarán únicamente en los carriles mixtos (carril 1 y 4), y cada cabina contará con una impresora de ticket, caja de dinero, *display* de usuario, control de la barrera de vía y un teléfono IP.

El PAC o controlador de vía (CV) se colocará dentro de la cabina de control, como indica la Figura 3.41.

Las cámaras de video en los carriles mixtos se ubicarán a una distancia de 3m desde las cabinas de cobro, para que puedan captar de una mejor manera las imágenes de la transacción que se realiza por parte del conductor y del operador de turno, así como también el número de placa del vehículo.

Los semáforos se representan con S1, S2, S3 y S4, éstos se ubicarán en cada carril del tele-peaje, en los carriles mixtos los semáforos S1 y S2 se encuentran

ubicados a 15m desde el inicio del carril (ver Figura 3.42). C6 es la cámara IP del carril uno y se ubicará a 3m de la cabina de cobro, tal como se indica en la Figura 3.42.

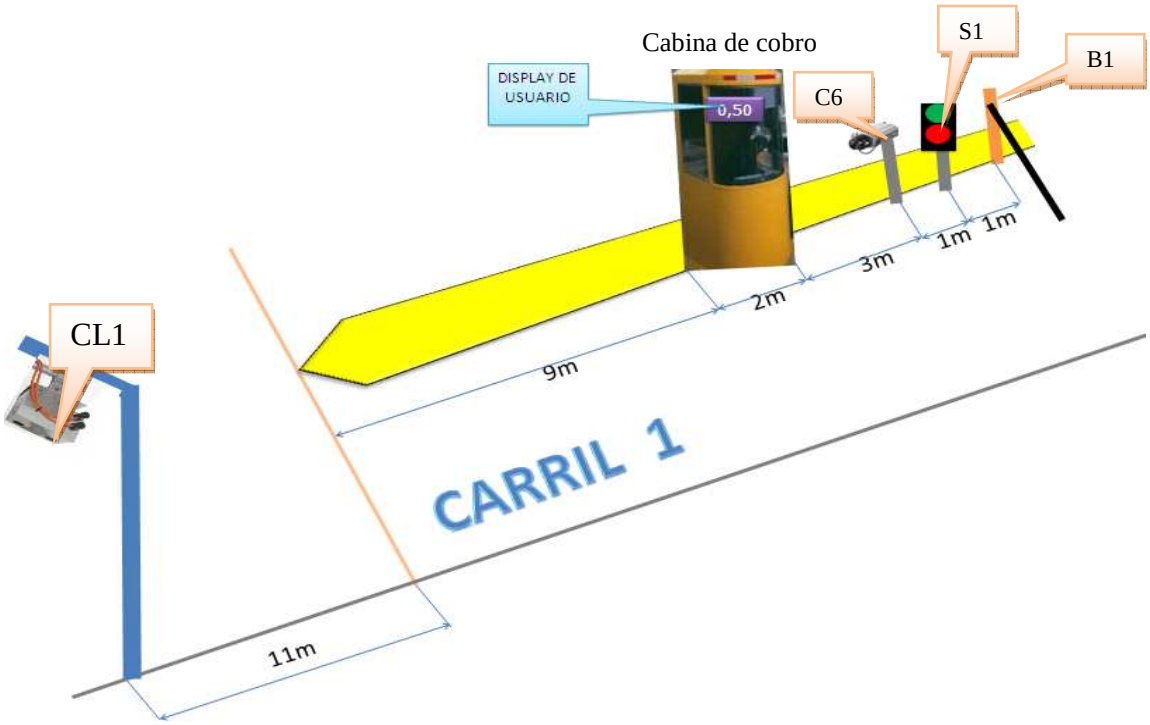


Figura 3.42 Ubicación de la cabina, display de usuario, cámara IP, semáforo y barrera para el carril 1 mixto del tele-peaje[26]

La ubicación de los clasificadores de vehículos (CL1 y CL2), está a 11m de distancia tomando como referencia el inicio de cada carril, como se muestra en la Figura 3.42; se debe tomar en cuenta que únicamente se utilizarán este tipo de clasificadores en los carriles mixtos, ya que en estos carriles se hará el cobro manual del importe al peaje. Estos clasificadores sirven para contabilizar por categoría el número de vehículos que pasan por los carriles mixtos (auto, camioneta, bus, tráiler, entre otros).

Los teléfonos IP están representados por T1 y T2, éstos se ubicarán en las cabinas de control y de policía respectivamente, los teléfonos T3 y T4 no se los aprecia en la figura 3.41, pero a éstos se los ubicará en las cabinas de cobro. Para los carriles exclusivos, la ubicación de los semáforos S2 y S3 al igual que las cámaras de video (C4 y C5); será tal como se indica en la Figura 3.43

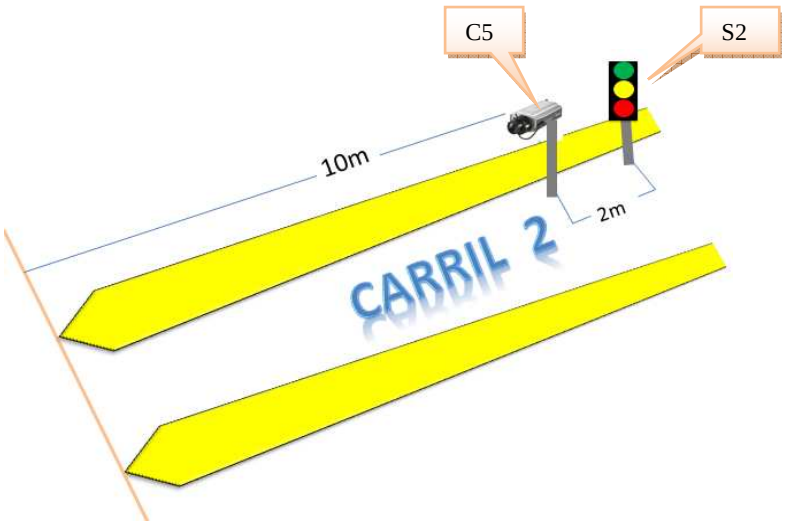


Figura 3.43 Ubicación de la cámara IP y del semáforo en el carril 2 exclusivo del tele-peaje[26]

La forma de conexión de los periféricos en la vía, será tal como se observa en la Figura 3.44.

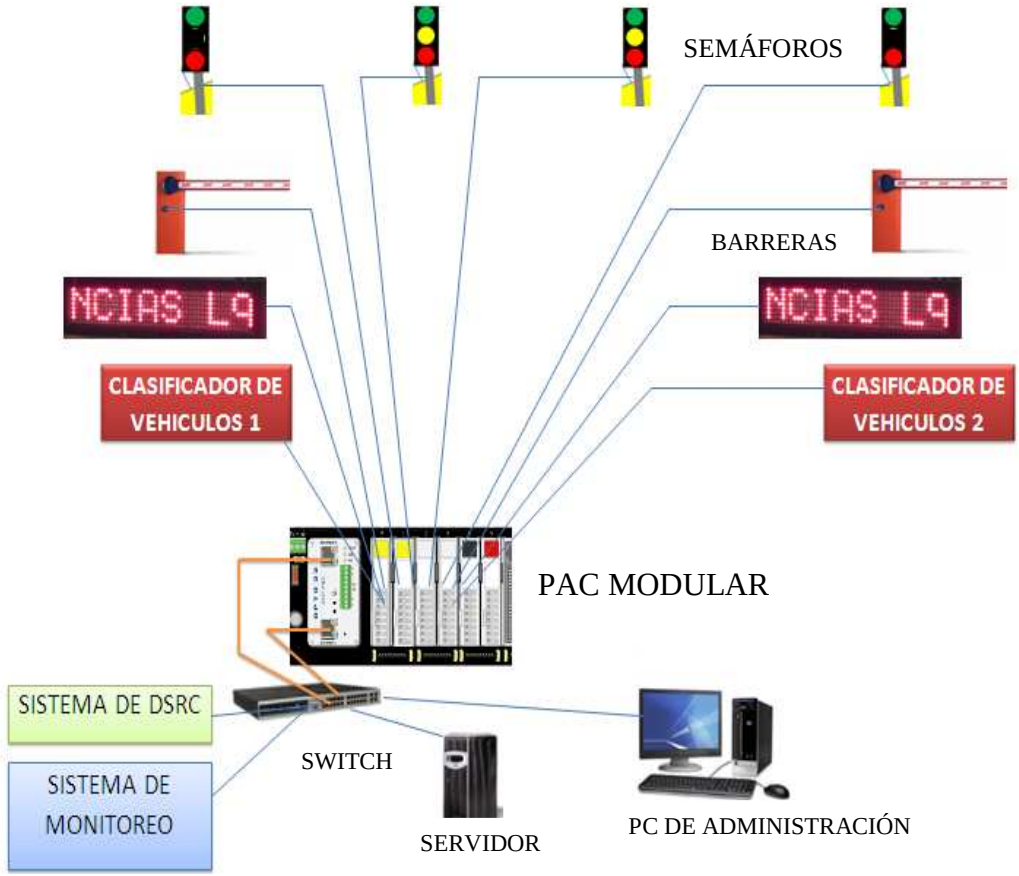


Figura 3.44 Conexión de los periféricos en la vía con el Switch[26]

En la Figura 3.44 se puede observar que el PAC incluye algunos módulos extra que están sobre un rack propio del controlador; estos módulos sirven para conectar las entradas y salidas de los diferentes periféricos de la vía.

Para determinar qué tipos de módulos son necesarios, se debe conocer el número de entradas y salidas discretas o analógicas que existen, así:

Entradas:

- 1 Conexión Ethernet para enviar y recibir datos desde el PAC hasta el servidor del sistema del tele-peaje, se necesita un conector Rj-45.
- 1 Conexión Ethernet para propósitos de redundancia, se necesita un conector Rj-45.
- 1 Clasificador de vehículos para el carril 1 con puerto serial 485.
- 1 Clasificador de vehículos para el carril 4 con puerto serial 485.

Salidas:

- 1 Impresora térmica de recibos para el carril 1 con puerto RS-232.
- 1 Impresora térmica de recibos para el carril 4 con puerto RS-232.
- 2 Semáforos de tres luces para los carriles 2 y 3 con tres contactores cada uno.
- 2 Semáforos de dos luces para los carriles 1 y 4 con tres contactares cada uno.
- 2 Barreras de vía para los carriles 1y 4 con un contactor cada una.
- 2 Pantallas de Usuario con conector RS-232 cada una.

Para las entradas se utilizarán el módulo SNAP-SCM-485-422 que servirá para los dos sensores de clasificación vehicular, debido a que el PAC posee 2 interfaces Ethernet no es necesario incluir otro módulo. En lo que tiene que ver con las salidas, se utilizarán tres módulos SNAP-ODC5-i que servirán para las 10 luces de los semáforos, las dos barreras y para las impresoras se utilizará el módulo SNAP-SCM-232.

Como se mencionó anteriormente, el PAC modular se compone de dos partes, el cerebro y los módulos, en el cerebro se encuentran algunas interfaces (dos interfaces Ethernet y dos interfaces seriales) que pueden ser utilizadas para evitar colocar módulos adicionales. Para las pantallas de usuario se utilizarán las salidas del PAC RS-232, evitando comprar otro módulo.

Las conexiones de los módulos del PAC con los periféricos de la vía se pueden observar en la Figura 3.45.

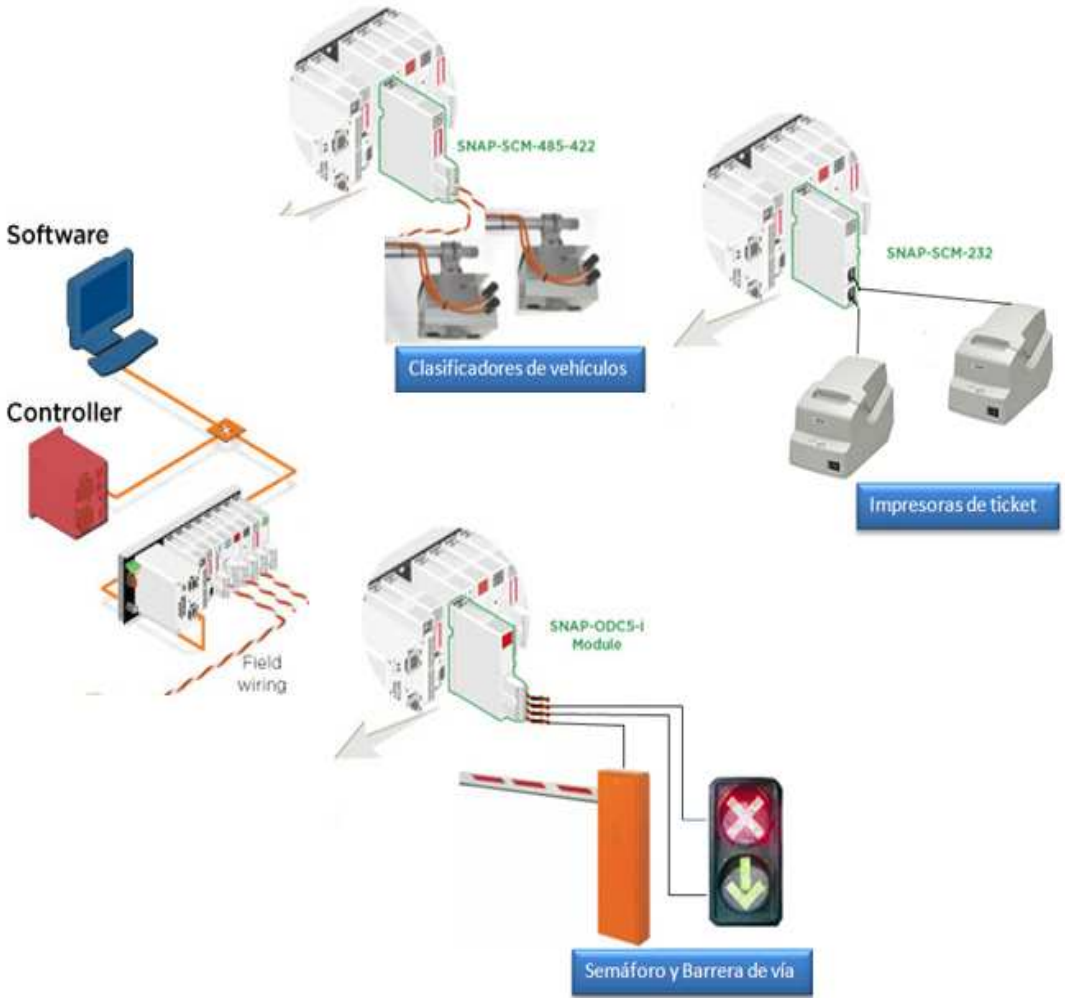


Figura 3.45 Conexión de los periféricos en la vía con los módulos del PAC[26]

El PAC será quien tenga el mando del Sistema de Control de los Periféricos en la vía, se conecta dos cables de red al PAC para habilitar la opción de redundancia,

esta opción será de mucha ayuda en el caso de una falla o simplemente para aplicaciones de mantenimiento.

El controlador de vía o PAC, también se hará cargo de los semáforos que se coloquen en los carriles exclusivos, ya que estos semáforos indicaran con sus luces como está el saldo del tag del vehículo que pasa por el tele-peaje, así: luz verde el tag posee saldo suficiente, luz amarilla el saldo del tag está por agotarse y luz roja el tag no tiene saldo.

3.2.5.3 Ubicación de los Equipos del Sistema de Monitoreo

Los equipos de Monitoreo, deberán ser capaces de captar las áreas más importantes del tele-peaje, por tal motivo se ubicarán las cámaras en lugares estratégicos como se muestra en la Figura 3.46.

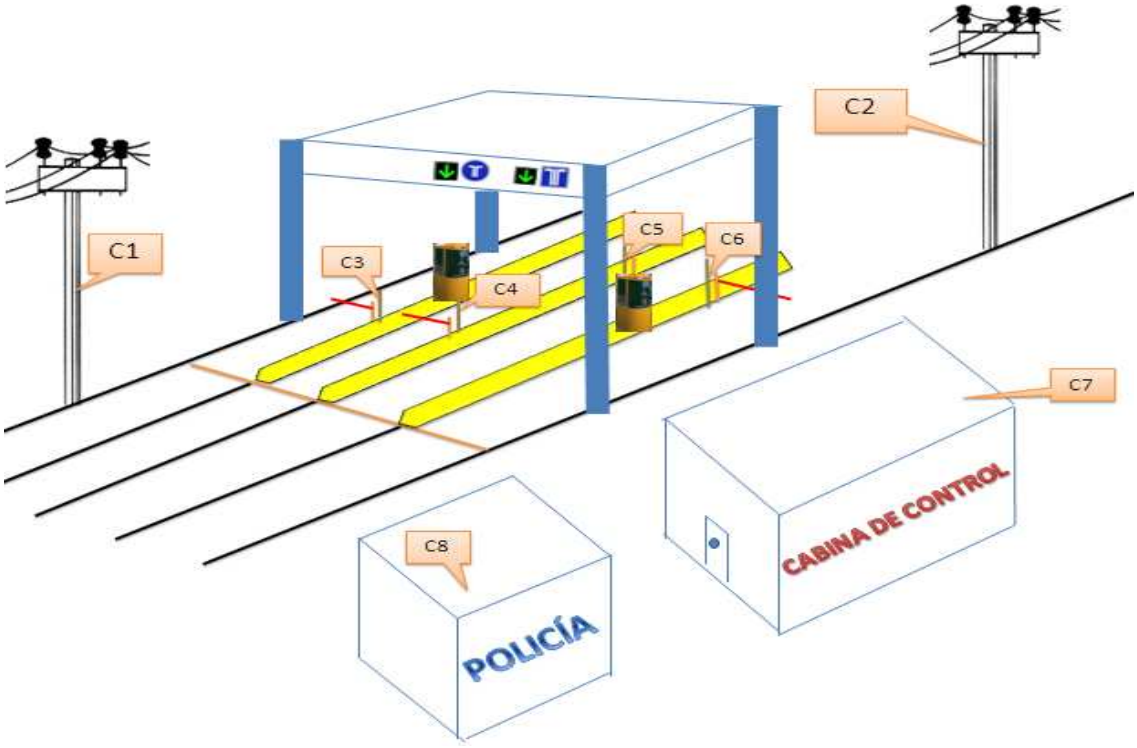


Figura 3.46 Ubicación de los Equipos del Sistema de Monitoreo[26]

Las cámaras C1 y C2, se ubicarán en los postes de luz que se encuentran en la orilla de la carretera, a una distancia de 15 metros de la estación del tele-peaje,

estarán a 6 metros de altura aproximadamente; tomando como referencia el pavimento de la carretera (ver Figura 3.47).

Figura 3.47 Ubicación de las cámaras C1 y C2[4]

C3, C4, C5 y C6 son cámaras que se ubicarán en los carriles del tele-peaje junto a la barrera, a una altura de 2 metros aproximadamente; en el caso de los carriles mixtos se orientará la dirección de la cámara hacia la ventanilla de la cabina de cobro, para de esta manera poder obtener imágenes de las transacciones del operador de turno con los usuarios del tele-peaje.

Para los carriles exclusivos de tele-peaje, se deberá orientar la cámara de tal manera que se pueda observar datos importantes del vehículo como conductor y número de placa. En este tipo de carriles la cámara también irá ubicada con ayuda de un soporte metálico junto a la barrera.

Las cámaras C7 y C8 se ubicarán dentro de la Cabina de Control y la Cabina de Policía respectivamente, estas cámaras se las colocará en la parte superior de cada cabina con dirección hacia la entrada, la visualización de estas cámaras tendrá que abarcar la mayor parte de la cabina.

Las distancias que existen entre las cámaras y el switch son las siguientes:

- C1 está a 90,7m
- C2 está a 56,5m

- C3 está a 50,5m
- C4 está a 43m
- C5 está a 28,3m
- C6 está a 22m
- C7 está a 6m
- C8 está a 28,5m

Por tanto el total de cable UTP que se utilizará para el sistema de monitoreo es de 325,5m.

En la Figura 3.48 se puede apreciar la forma de conexión del Sistema de Monitoreo.

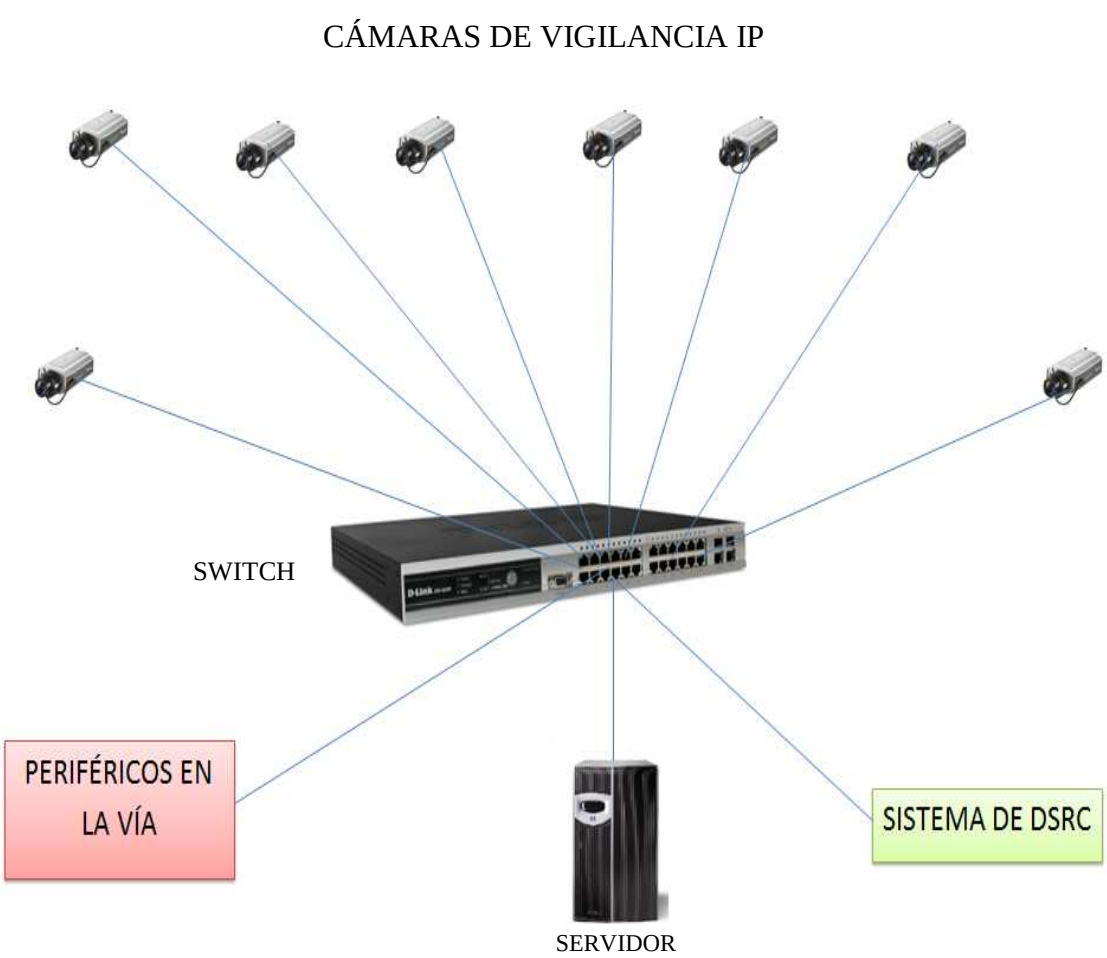


Figura 3.48 Conexión del Sistema de Monitoreo[26]

3.2.5.4 Ubicación de los Equipos de la Red de Datos

La ubicación de los equipos de la red de datos será en la cabina de control donde ya existe un cableado estructurado, lo único que se hará en la cabina de red de datos es pasar el nuevo cable UTP por las canaletas correspondientes ubicadas para dar servicio de red en el actual peaje.

El router y el switch, para fijar su ubicación se colocarán en un Rack pequeño de pared. Sin embargo dos de las tres PCs se ubicarán en los escritorios correspondientes a los administradores del tele-peaje y la tercera PC se ubicará en la cabina de Policía.

Las distancias desde los equipos de red hasta el switch son:

- El teléfono IP del carril 1 está a 26m
- El teléfono IP del carril 4 está a 54,5m
- El teléfono IP de la Cabina de Control está a 14m
- El teléfono IP de la Cabina de Policía está a 34,5m
- El terminal del carril 1 está a 25m
- El terminal del carril 4 está a 53,5m
- El PAC está a 8m como son dos interfaces Ethernet se considera como 16m
- La Pc1 está a 15m
- La Pc2 está a 12m
- La Pc3 está a 47m
- El Router está a 0,5m

Consecuentemente el total de cable UTP que se utilizará para los equipos de red es de 298m.

3.2.5.5 Ubicación de los Servidores

Al igual que los equipos de red y el PAC, los servidores también se ubicarán en la Cabina de Control, en un lugar fijo y de fácil accesibilidad. Las distancias entre el switch y los servidores son 10 y 9m respectivamente. El total de cable UTP que se utilizará para los servidores es 38m, ya que es importante colocar dos puntos de red cerca de los servidores por cualquier falla que se presente conforme pasa el tiempo.

3.2.6 DIRECCIONAMIENTO IP

El direccionamiento IP de todos los equipos conectados a la red de datos, sirve para la operación normal de los equipos, también para que el administrador de red pueda dar mantenimiento y monitoreo a cada equipo, razón por la cual este direccionamiento debe seguir un orden adecuado.

Para realizar el direccionamiento IP, se debe tener en cuenta el número de *Hosts* y dispositivos de red conectados a la red de datos. A continuación se describen estos equipos:

- Para el Sistema de monitoreo, 8 cámaras IP
- Para el uso del personal del tele-peaje
  - 3 PCs de escritorio
  - 4 Teléfonos IP
  - 2 Servidores
  - 1 Router
  - 4 Antenas Lectoras DSRC
  - 1 PAC con dos interfaces Ethernet

Existen 22 dispositivos y 23 interfaces Ethernet, por lo tanto se utilizará la dirección IP 192.168.1.0/27 que es una dirección de red clase C que permite un máximo de 30 direcciones IP válidas para *host*. En la tabla 3.1 se observa el direccionamiento de la red de datos del tele-peaje.

Dispositivos		Dirección IP	Máscara De Sub-Red
Router	R1	192.168.1.1	255.255.255.224
Cámaras	C1	192.168.1.2	255.255.255.224
	C2	192.168.1.3	255.255.255.224
	C3	192.168.1.4	255.255.255.224
	C4	192.168.1.5	255.255.255.224
	C5	192.168.1.6	255.255.255.224
	C6	192.168.1.7	255.255.255.224
	C7	192.168.1.8	255.255.255.224
	C8	192.168.1.9	255.255.255.224
PCs De Escritorio	P1	192.168.1.10	255.255.255.224
	P2	192.168.1.11	255.255.255.224
	P3	192.168.1.12	255.255.255.224
Teléfonos IP	T1	192.168.1.13	255.255.255.224
	T2	192.168.1.14	255.255.255.224
	T3	192.168.1.15	255.255.255.224
	T4	192.168.1.16	255.255.255.224
Lectores DSRC	L1	192.168.1.17	255.255.255.224
	L2	192.168.1.18	255.255.255.224
	L3	192.168.1.19	255.255.255.224
	L4	192.168.1.20	255.255.255.224
Servidores	S1	192.168.1.21	255.255.255.224
	S2	192.168.1.22	255.255.255.224
PAC	PAC1	192.168.1.23	255.255.255.224
	PAC2	192.168.1.24	255.255.255.224

Tabla 3.27 Direccionamiento IP de los dispositivos del tele-peaje[26]

3.2.7 SOFTWARE

Para el correcto funcionamiento del sistema de tele-peaje, éste deberá contar con software que permita administrar correctamente todas las funciones de los periféricos y de las transacciones realizadas en cada uno de los carriles. El sistema de tele-peaje contará básicamente con dos tipos de software que son los siguientes:

- Software de programación del PAC
- Software para el sistema de monitoreo

3.2.7.1 Software de programación del PAC

La programación del PAC es muy importante ya que será la encargada del sistema de control de los periféricos en la vía. Por otra parte esta programación se podrá observar gráficamente en un periférico de visualización; ya que con el PAC viene incluido un software HMI que permite dicha visualización.

Para poder realizar la programación del PAC, se debe leer el manual del software *PAC Project Basic* exclusivo para el PACs OPTO22, este software es el básico porque solo maneja como máximo 10 diagramas de flujo, para el presente diseño; en el caso de que la programación sea independiente para cada carril únicamente se utilizarán 4 diagramas de flujo.

En la siguiente Figura se presenta un diagrama de flujo de la programación del PAC para los carriles mixtos del tele-peaje (carriles 1 y 4).

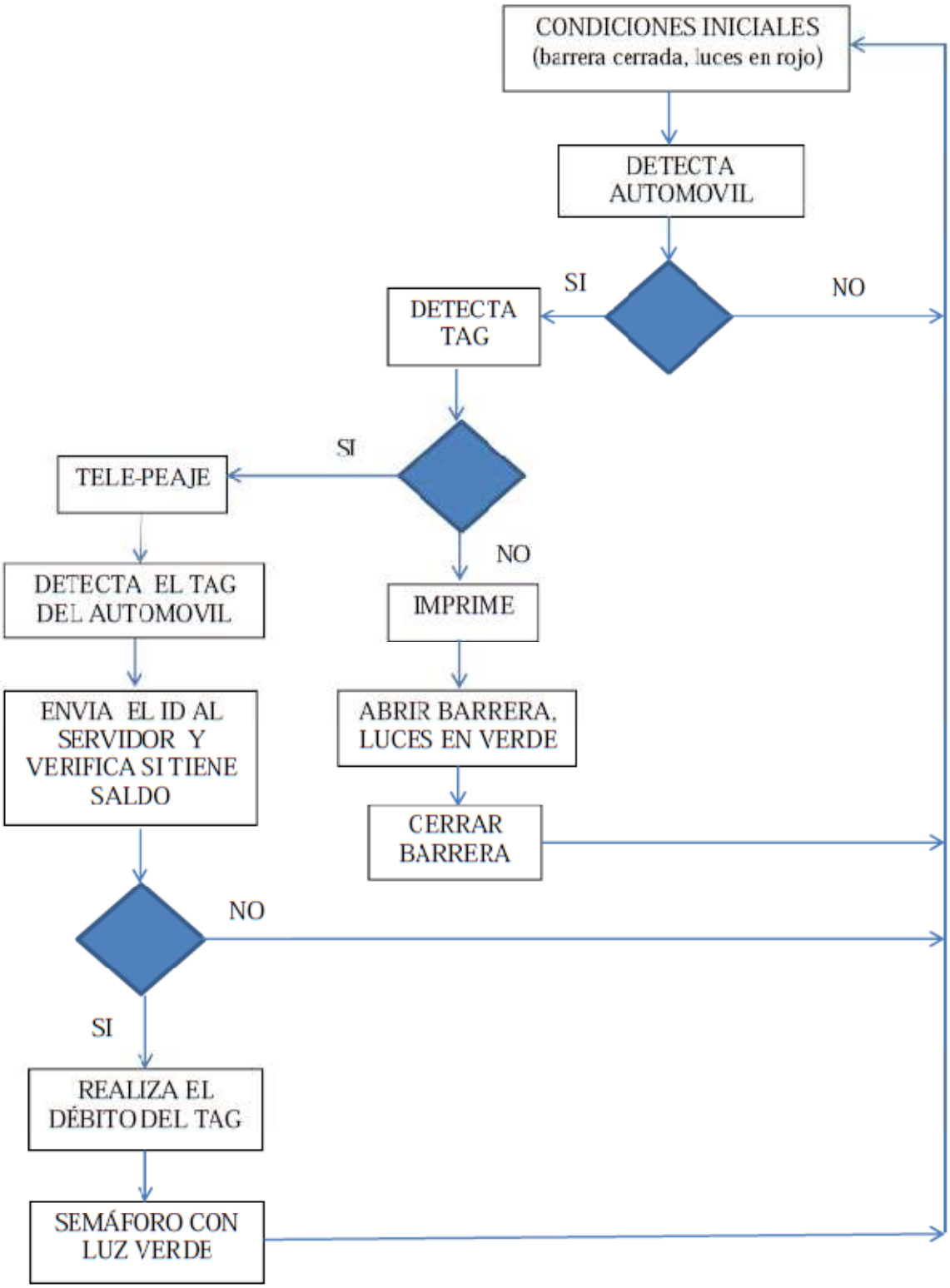


Figura 3.49 Diagrama de flujo de la Programación del PAC para carriles mixtos[26]

Los carriles exclusivos también deben tener una programación en el PAC para controlar los semáforos de tres luces. A continuación se muestra el diagrama de flujo para los carriles 2 y 3 del tele-peaje (ver Figura 3.50).

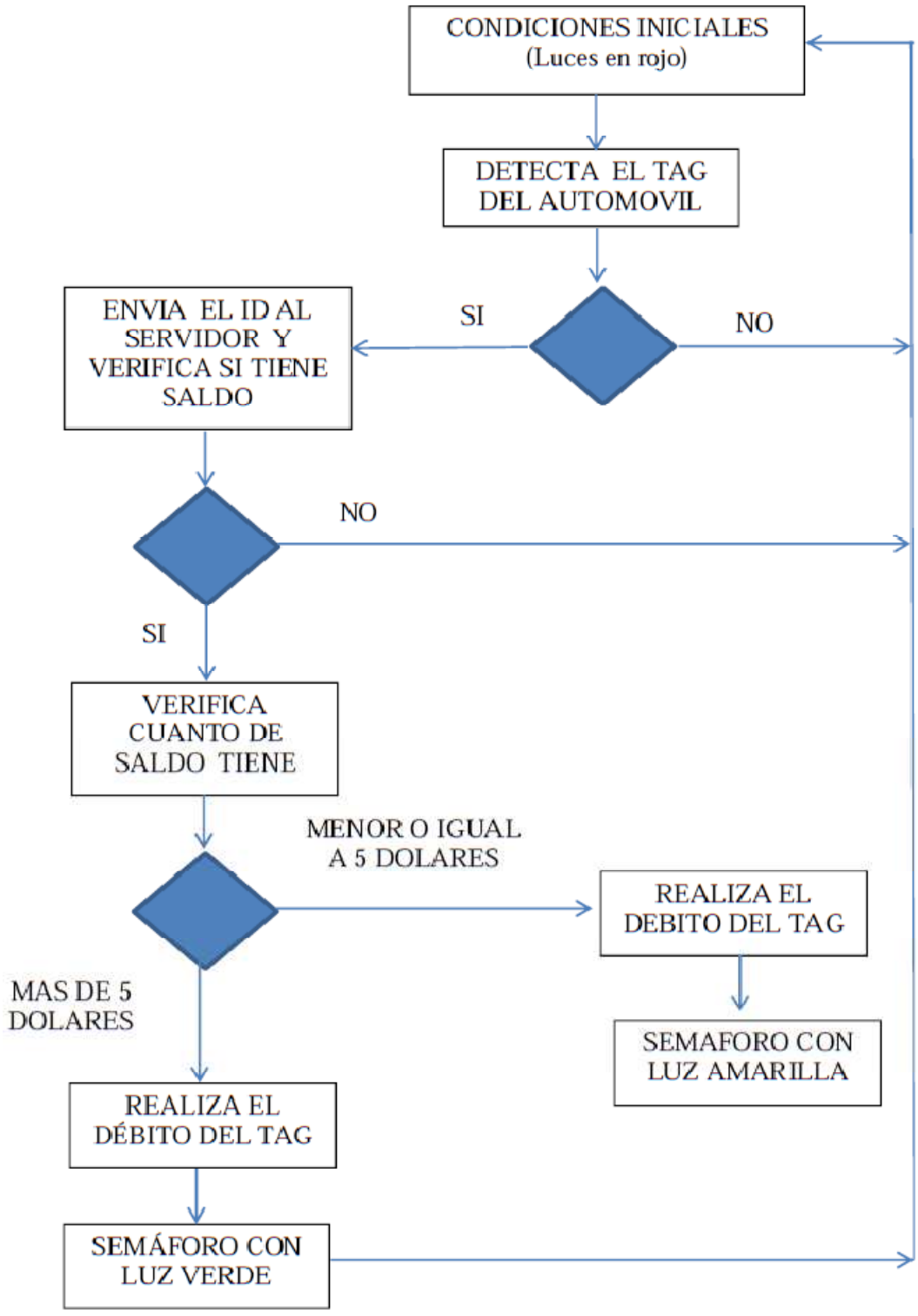


Figura 3.50 Diagrama de flujo de la Programación del PAC para carriles exclusivos[26]

3.2.7.2 Software para el Sistema de Monitoreo

En la actualidad casi la totalidad de los fabricantes de seguridad en IP fabrican su propio software, brindando una solución rápida al usuario que requiere de este servicio.
La empresa DLINK no es la excepción, ha fabricado un software específico para las cámaras IP, su nombre es "*D-ViewCam*". Éste será el software que se utilizará en el presente diseño.

Las principales características de *D-ViewCam* son:

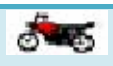
- Visualiza y gestiona hasta 32 cámaras en una única pantalla
- Graba y reproduce vídeos de forma detallada
- Controla y configura las cámaras desde cualquier sitio, ya sea través de Internet o en una red local
- Gestión de vídeo vigilancia efectiva
- Funciona con todas las versiones de Windows a partir de Windows 98 S.E.

3.3 FUNCIONAMIENTO DEL TELE-PEAJE

Una vez concluido el diseño se pasa a explicar el funcionamiento del tele-peaje para la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto.

3.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

El tele-peaje posee diferentes perfiles de designación de vehículos, en la siguiente tabla se explica la forma de designación vehicular.

	Automóvil	LIVIANOS
	Motocicleta	
	Camioneta	
	Automóvil con remolque	

	Autobús	PESADOS 2 EJES
	Camión	
	Camión de tres ejes	PESADOS 3 EJES
	Extra pesado (tráiler)	EXTRA PESADOS

Tabla 3.28 Clasificación de los diferentes tipos de vehículos[78]

3.3.2 INSCRIPCIÓN DE LOS USUARIOS

Para la inscripción, los usuarios deberán cumplir con lo siguiente:

- Adquirir el tag (la programación y la instalación serán por cuenta del Gobierno Provincial de Loja)
- Seleccionar el tipo de pago, ya sea prepago o postpago

El usuario deberá acercarse con su vehículo al lugar designado por los funcionarios encargados del tele-peaje, allí deberá declarar algunos datos como número de placa, modelo del vehículo, nombre del propietario y el año de matriculación; ya que esta información será grabada en una base de datos y posteriormente en el tag.

3.3.3 FUNCIONAMIENTO DE LOS CARRILES MIXTOS

El funcionamiento de los carriles mixtos es de dos formas como se indica a continuación.

- ***El vehículo porta el Tag DSRC:*** al pasar el vehículo por la zona de clasificación, es identificado inmediatamente por el clasificador, el cual envía una señal al PAC indicando qué tipo de vehículo está cruzando; el PAC espera una respuesta por parte del servidor, si el servidor recibe

[78] Elaboración propia del autor a partir de la bibliografía

información de la antena lectora DSRC indicando el ID del tag, éste procede a verificar si el vehículo es usuario del tele-peaje y posee saldo, si la validación es correcta envía una señal al PAC, en este caso el controlador pone el semáforo en verde y abre la barrera. Por otra parte, en el caso de no existir la respuesta por parte del servidor, el PAC da la orden a la Impresora de imprimir el ticket correspondiente al vehículo que está cruzando el carril. Al finalizar el cobro del peaje el operador de turno abre la barrera para que cruce el vehículo y automáticamente el semáforo se pone en verde.

- ***El vehículo no porta el Tag DSRC:*** Si el vehículo no porta el tag, entonces no existirá nunca una respuesta por parte del servidor, en ese caso el PAC daría la orden a la impresora de imprimir el correspondiente Ticket; y al finalizar la transacción del importe al peaje, el operador de turno abre la barrera y el semáforo se pone en verde.

Todo el proceso desde que el vehículo ingresa al peaje hasta que lo abandona quedará grabado en el Sistema de monitoreo.

3.3.4 FUNCIONAMIENTO DE LOS CARRILES EXCLUSIVOS

Los carriles exclusivos poseen un funcionamiento más sencillo, ya que únicamente cuentan con un semáforo como periférico de vía.

Las antenas lectoras detectan el tag del vehículo y envían su ID al servidor del sistema de tele-peaje, este servidor realiza una validación que le permita saber tres cosas:

- El tag posee saldo: en este caso el servidor envía una señal al PAC para que ponga en verde al semáforo y el vehículo pueda circular.

- El tag posee saldo igual o menor a 5 dólares: el servidor envía una señal para que el PAC ponga el semáforo en amarillo y el conductor se dé cuenta que su saldo está por terminar.

- El tag no posee saldo: se enviará una señal al PAC desde el servidor para que ponga el semáforo en rojo que indicará que el tag ya no posee saldo y el vehículo no pueda circular. En este caso el conductor deberá parar para cancelar manualmente el impuesto del importe al peaje, caso contrario si no se detiene tendrá que pagar la multa correspondiente ya que sus datos (número de placa, color de vehículo y conductor) quedarán grabados en el servidor de monitoreo.

3.3.5 MIGRACIÓN DEL PEAJE TRADICIONAL AL TELE-PEAJE

Hasta el momento, en ningún país del mundo se ha logrado migrar en un 100% del peaje tradicional al tele-peaje, por ese motivo en todo diseño siempre se incluye el pago manual como una alternativa del cobro al importe al peaje.

Para lograr migrar en un buen porcentaje, es necesario que la población conozca sobre las ventajas que brinda este nuevo servicio. Se podría iniciar mediante el uso de los medios de comunicación (televisión, radio, periódico, hojas volantes, entre otros). Una opción sería que los operadores de turno en el instante que dan el ticket también provean una hoja volante indicando que se cuenta con un nuevo servicio y detallando las ventajas que se obtendrán al migrar al tele-peaje.

En otros países como España, Alemania, incluso Ecuador (en Quito en el túnel Guayasamin) para iniciar con el servicio de tele-peaje, se le brinda al usuario interesado la posibilidad de comprar el tag cargado con el saldo del valor del tag, es decir el tag le saldría gratis.

Con la ayuda del tele-peaje se disminuirá la congestión del tránsito vehicular, se reducirá el pago manual por el importe al peaje y además permitirá una visualización del mismo desde cualquier parte del mundo siempre y cuando se posea conexión a Internet.

CAPÍTULO 4
PRESUPUESTO REFERENCIAL

4.1 INTRODUCCIÓN

Una vez terminado el diseño del tele-peaje es conveniente determinar el presupuesto referencial del proyecto, el mismo que influirá directamente en la toma de decisiones de las personas involucradas en su potencial ejecución.

Este presupuesto va enfocado específicamente a la parte de montaje de equipos y costo de instalación. Es necesario indicar que el objetivo de mejorar el actual peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto, es el de prestar un mejor servicio a los usuarios que transitan por esta ruta y evitar que el tramo de la carretera del peaje se siga deteriorando, como se mencionó anteriormente.

Con la inversión que el Gobierno Provincial de Loja realice en la implementación de este proyecto, se disminuirá considerablemente el gran congestionamiento que existe actualmente en el peaje, y la contaminación ambiental producida por los vehículos.

4.2 COSTO DE LOS EQUIPOS

Para la elaboración del presente presupuesto referencial, se debe calcular el valor de cada sistema que será implementado en el tele-peaje. Los costos de los equipos se detallarán como se indica a continuación:

- Costo de los equipos del Sistema DSRC
- Costo de los equipos del Sistema de Control de los Periféricos en la Vía
- Costo de los equipos del Sistema de Monitoreo
- Costo de los equipos de la Red de Datos
- Costo de los Servidores

4.2.1 COSTO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DSRC

El sistema DSRC cuenta con tres dispositivos (antena lectora, tag y programador del tag), elementos que son fundamentales para su desempeño.

Se requieren cuatro antenas para el tele-peaje; sin embargo, en lo referente a los tags y programadores de tags, es importante determinar el número mínimo necesario para el funcionamiento del sistema DSRC.

Actualmente, por el peaje circulan en promedio 3400 vehículos diarios. Tomando en consideración que no todos los usuarios deseen el servicio de tele-peaje por varias causas como por ejemplo: falta de conocimiento de los beneficios que el sistema brinda, uso poco frecuente de la vía o un alto índice de desinterés, es conveniente realizar un análisis que permita estimar el número mínimo necesario para los tags.

La estimación que hacen algunas empresas que se dedican a la implementación de tele-peajes (TRANSCORE y PROCELEC), es que por cada 1000 vehículos que circulen por el peaje existan 100 tags; es decir, para el presente proyecto se requerirán 340 tags. Pero considerando que el Gobierno Provincial de Loja posee vehículos que se utilizan en toda la provincia, y además posee convenios con varias instituciones públicas como es la Policía Nacional, las Fuerzas Armadas, hospitales, entre otras, que no pagan el importe al peaje, se ha considerado incrementar el número de tags a 500.

El número de programadores que estiman estas empresas es uno por cada 500 tags, pero debido a que se iniciará con un nuevo servicio en la Provincia de Loja y estimando que el número de tags crezca, se consideró que deben existir 2 programadores.

Por otra parte, es necesario calcular los precios de importación de los equipos, lo cual ayudará a obtener el valor exacto de los equipos que requieran importarse.

El CIF (Costo, Seguro y Flete) es la base para el cálculo de los tributos. Éste se lo obtiene sumando el valor de los equipos que consta en la factura, adicionando el valor del flete más el costo del seguro. En la figura 4.1 se puede apreciar un ejemplo de cómo calcular el CIF de un producto importado desde Ecuador.

EJEMPLO: Si usted trae algo que cuesta US$ 100 y pesa 2kg, deberá hacer el siguiente cálculo:

PRECIO FOB	*US$ 100,00*
FLETE (US$ 1,50 x 2 kg)	*US$ 3,00*
SEGURO(2% del FOB + FLETE = US$ 103)	*US$ 2,06*
TOTAL CIF	***US$ 105,06***

Figura 4.1 Ejemplo del cálculo del CIF[79]

Los tributos aplicables a pagar serán calculados como indica la tabla 4.1.

AD-VALOREM (Arancel cobrado a las mercancías) (Impuesto administrado por la Aduana del Ecuador = 20% del CIF)	US$ 21,01 (20% de US$105,06)
FODINFA (Fondo de Desarrollo para la Infancia) (Impuesto que administra el INFA = 0,5% del CIF)	US$ 0,52 (0,5% de US$105,06)
I.C.E. (Impuesto a Consumos Especiales) (Administrado por el SRI • Cuando aplique)	US$ 0,00 No aplica en este ejemplo
SALVAGUARDIA (Recargo Ad-Valorem) (Impuesto administrado por la Aduana del Ecuador • 35% del CIF)	US$ 36,77 (35% de US$105,06
Subtotal para cálculo de I.V.A. (CIF + ADV + FODINFA + ICE + RECARGO = $163,36)	

[79] http://blog.todocomercioexterior.com.ec/2010/01/como-calcula-impuestos-tributos.html#comment-48548718

I.V.A. (Impuesto al Valor Agregado) (Administrado por el SRI = 12% del Subtotal I.V.A.)	US$ 19,60 (12% de US$163,36)
TOTAL IMPUESTOS	US$ 77,90

Tabla 4.1 Tributos aplicables a pagar[79]

Ahora se debe hacer los mismos cálculos para los equipos del sistema DSRC, para ello en primer lugar se presentan los costos sin importación (ver tabla 4.2) y luego se procede a realizar dichos cálculos.

Descripción	**Cantidad**	**P. Unitario ($)**	**P. Total ($)**
TRX-1320-E	4	8017,13	32060,52
SW-TRX 1X20 Generic IF	4	Included	0,00
Variable Bracket	4	284,576	1138,304
TRX Mounting Plate	4	69,4089	277,6356
POWER SUPPLY 60W, 48V/1.25A	4	145,758	583,032
TCM-0902	4	104,111	416,444
TIM-4810 (RJ45 & submin D seriell)	4	131,874	527,496
CAB-1100-030 (UTO-open) 30m	4	333,156	1332,624
RJ45 connector (VS-08-RJ45-5-Q/IP20)	4	29.1518	116,6072
Transponder Unit TS3203/11B	500	20.6816	10340,8
TS3220/10A Car holder grey	500	Included	0,00
On Board Unit Programming Station OPS-1955	2	4810,04	9620,08
Software Lincense Package “Generic”	2	Included	0,00
TOTAL FOB			**56413.5428**

Tabla 4.2 Precio FOB de los equipos del sistema DSRC[80]

Los cálculos del CIF de los equipos del sistema DSRC se muestran en la siguiente tabla:

		Flete ($)	**Seguro ($)**

[80] Anexo 13

Descripción	**Precio FOB ($) / número de equipos/ peso en kg**	($ 1,5 x el peso del equipo)	(2% del FOB + Flete)
TRX-1320-E	32060,52 / 4 / 3kg	18	641,57
Variable Bracket	1138,304 / 4 / 2kg	12	23
TRX Mounting Plate	277,6356 / 4 / 0,5 kg	3	280,63
POWER SUPPLY 60W, 48V/1.25A	583,032 / 4 / 1kg	6	11,78
TCM-0902	416,444 / 4 / 0,25 kg	1,5	8,36
TIM-4810 (RJ45 & submin D seriell)	527,496 / 4 / 0,25 kg	1,5	10,58
CAB-1100-030 (UTO-open) 30m	1332,624 / 4 / 1,5 kg	9	26,832
RJ45 connector (VS-08-RJ45-5-Q/IP20)	116,6072 / 4 / 0,05 kg	0,2	2,336
Transponder Unit TS3203/11B	10340,8 / 500 / 0.032kg	16	207,136
On Board Unit Programming Station OPS-1955	9620,08 / 2 / 0.5 kg	3	192,46
TOTAL		70,2	1404,644

CÁLCULO TOTAL DEL CIF DE LOS EQUIPOS DSRC ($) **(TOTAL DEL PRECIO FOB + TOTAL DEL FLETE + TOTAL DEL SEGURO)**	
TOTAL DEL PRECIO FOB	56413.5428
TOTAL DEL FLETE	70,2
TOTAL DEL SEGURO	1404,644
TOTAL CIF	**57888,3868**

Tabla 4.3 Cálculos del CIF de los equipos del sistema DSRC[26]

Luego de haber calculado el total del CIF de los equipos del sistema DSRC, se procede a calcular los demás tributos impuestos por el gobierno ecuatoriano en la aduana. En la tabla 4.4 se muestra el total de impuestos y el valor total a cancelar por los equipos del sistema DSRC.

IMPUESTOS	VALOR DE LOS IMPUESTOS ($)

AD-VALOREM (20% del CIF)	11577,676
FODINFA (0,5% del CIF)	289,442
I.C.E.	0,00
SALVAGUARDIA (35% del CIF)	0,00
Subtotal para cálculo de I.V.A. ($) (CIF + ADV + FODINFA + ICE + RECARGO = $ 69755,5048)	
I.V.A.	8370,661
TOTAL IMPUESTOS	20237,778
VALOR TOTAL DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DSRC	**78126,165**

Tabla 4.4 Cálculo de los impuestos y del valor total de los equipos del sistema DSRC[26]

4.2.2 COSTO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE LOS PERIFÉRICOS EN LA VÍA

El actual peaje cuenta con algunos de los periféricos que se reutilizarán para el presente diseño, por esta razón es necesario conocer cuáles son estos periféricos. En la tabla 4.5 se detalla los periféricos que se importarán, los que se comprarán localmente y los que se reutilizarán en el presente diseño.

Descripción	Cantidad requerida	Equipos por importar	Equipos por comprar en el mercado local	Equipos que existen actualmente en el peaje (Equipos que se reutilizarán)
Barrera FAAC 620 estándar	2			2
Semáforo Vial 3 luces SF – 12L	2	2		
Semáforo Vial de 2 luces PROCELEC	2			2
				Equipos que existen

Descripción	Cantidad	Equipos por importar	Equipos por comprar en el mercado local	actualmente en el peaje (Equipos que se reutilizarán)
Impresora EPSON TM-T58	2		2	
Pantalla de LED PROCELEC	2			2
ASIM TT295	2	2		
SNAP-PAC-R1	1			1
SNAP-SCM-485-422	1	1		
SNAP-ODC5-i	1			1
SNAP-ODC5-i	2	2		
SNAP-SCM-232	1			1

Tabla 4.5 Periféricos que se adquirirán y los que se reutilizarán en el diseño[26]

Luego de identificar los periféricos que serán importados, se procede a detallar sus costos, para posteriormente calcular los impuestos de importación.

En la tabla 4.6 se puede observar el costo de cada periférico que se importará.

Descripción	Cantidad	P. Unitario ($)	P. Total ($)
Semáforo Vial SF – 12L	2	536	1072
ASIM TT295	2	5730,62	11461,24
SNAP-SCM-485-422	1	295	295
SNAP-ODC5-i	2	42	42
TOTAL FOB			**12870,24**

Tabla 4.6 Costo de cada periférico que se importará[75]

Los cálculos del CIF de los equipos del sistema de control de los periféricos en la vía se muestran en la siguiente tabla:

Descripción	**Precio FOB ($) / número de equipos/ peso en kg**	**Flete ($)** ($ 1,5 x el peso del equipo)	**Seguro ($)** (2% del FOB + Flete)
Semáforo Vial SF – 12L	536 / 2 / 3,25kg	9,75	10,915
ASIM TT295	5730,62 / 2 / 0,8kg	2,4	114,66
SNAP-SCM-485-422	295 / 1 / 0,05 kg	0,075	5,9
SNAP-ODC5-i	42 / 2 / 0,05kg	0,15	0,843
TOTAL		12,375	132,318

CÁLCULO TOTAL DEL CIF DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE LOS PERIFÉRICOS EN LA VÍA ($) **(TOTAL DEL PRECIO FOB + TOTAL DEL FLETE + TOTAL DEL SEGURO)**	
TOTAL DEL PRECIO FOB	12870,24
TOTAL DEL FLETE	12,375
TOTAL DEL SEGURO	132,318
TOTAL CIF	**13014,933**

Tabla 4.7 Cálculos del CIF de los equipos del sistema de control de los periféricos en la vía

El siguiente paso es calcular los impuestos de importación de los equipos del sistema de control de los periféricos en la vía (ver tabla 4.8).

IMPUESTOS	VALOR DE LOS IMPUESTOS ($)
AD-VALOREM (20% del CIF)	2602,987
FODINFA (0,5% del CIF)	65,075
I.C.E.	0,00
SALVAGUARDIA (35% del CIF)	0,00

Subtotal para cálculo de I.V.A. ($) (CIF + ADV + FODINFA + ICE + RECARGO = $ 15682,995)	
I.V.A.	1881,959
TOTAL IMPUESTOS	4550,021
VALOR TOTAL DE LOS EQUIPOS IMPORTADOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE LOS PERIFÉRICOS EN LA VÍA	**17564,954**

Tabla 4.8 Cálculo de los impuestos y del valor total de los equipos importados del sistema del control de los periféricos en la vía[26]

En la tabla 4.9 se calcula el valor total de los equipos del sistema de control de los periféricos.

Descripción	**Precio Total ($)**
Dos impresoras EPSON TM-T58	448,409 (incluido IVA)
Valor total de los equipos importados del sistema de control de los periféricos en la vía	17564,954
TOTAL	18013,363

Tabla 4.9 Costos de los equipos del sistema de control de los periféricos en la vía[81]

4.2.3 COSTO DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE MONITOREO

El sistema de monitoreo contará con ocho cámaras que permitirán monitorear las áreas de mayor importancia en el tele-peaje; estas cámaras deben poseer una caja que las proteja de la intemperie.

[81] http://www.intelcompras.com/epson-miniprinter-epson-tmt58-paralela-fuente-poder-incluida-p-44603.html
http://www.trafictec.com/semaf_led_30.php
http://www.opto22.com/site/pr_details.aspx?cid=4&item=SNAP-ODC5-I
http://www.opto22.com/site/pr_details.aspx?cid=4&item=SNAP-SCM-485-422
Anexo 14

COSTOS DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE MONITOREO			
Descripción	Cantidad	P. Unitario ($)	P. Total ($)
Cámara IP DCS-6410	2	777	1554
Cámara IP DCS-3410	8	406	3248
Protectores metálicos DCS-45	6	80	480
SUBTOTAL			5282
IVA 12%			633,84
COSTO TOTAL			5915,84

Tabla 4.10 Costos de los equipos del sistema de monitoreo[82]

En la tabla anterior, también se menciona el valor de los protectores metálicos de las cámaras DCS-45, este valor fue dado por la empresa TECNOMEGA. Debido a las políticas de esta empresa no fue posible la entrega de una proforma.

4.2.4 COSTO DE LOS EQUIPOS DE LA RED DE DATOS

Todos los equipos de la red de datos se comprarán localmente, así también debido a que el tele-peaje debe funcionar las 24 horas durante todo el año, se consideró que los principales equipos (router y switch) deben ser de larga durabilidad en aplicaciones de este tipo. En los elementos como conectores y *patch cords,* se debe tomar un margen de error ya que por alguna razón se pueden dañar y se necesitará que sean remplazados inmediatamente. Este fue el motivo para que en la proforma se aumente 10 conectores RJ45 y 3 *patch cords* de 1,5m de longitud.

Por otra parte, en lo que tiene que ver con la instalación del cableado, se cotizó también los 25 puntos de red que se necesitan para la tele-peaje (23 puntos para

[82] Anexo 15

los dispositivos de red y dos puntos adicionales de reserva para los dos servidores)[83]

COSTOS DE LA RED DE DATOS			
Descripción	Cantidad	P. Unitario ($)	P. Total ($)
Router CISCO 2801	1	1396	1396
HWIC-1GE-SFP	1	1398	1398
GLC-SX-MM	1	225	225
Switch DLINK	1	1479	1479
Teléfono IP	4	113	452
Estaciones de trabajo	3	813	3252
Soporte de pared	1	19,80	19,80
Bandeja de 20cm	1	9,53	9,53
Cable UTP cat. 6	915 m	0,60	549
Patch cord 1,5m	10	1,15	11,5
Patch cord 2 m	4	1,94	7,76
Instalación del punto de Red	25	40	1000
SUBTOTAL			9799,59
IVA 12%			1175,95
COSTO TOTAL			10975,54

Tabla 4.11 Costos de los equipos de la red de datos[83] [84]

4.2.5 COSTO DE LOS SERVIDORES

Se consideró el uso de dos servidores, uno para el sistema de monitoreo y otro para el almacenamiento de las transacciones realizadas en el tele-peaje. Los servidores que se analizó en el capítulo anterior poseen características que les

[83] http://www.kyberne.com/redes.aspx?Paged=TRUE&p_ID=20&View={2F9D9A84-EAAD-4301-B7CB-78F4E725381F}&PageFirstRow=21
[84] Anexo 15

permiten tener una vida útil larga. En la siguiente tabla se detalla el costo de los servidores y sus accesorios.

COSTOS DE LOS SERVIDORES			
Descripción	Cantidad	P. Unitario ($)	P. Total ($)
HP ML350T06 E5504 LFF Entry Svr US	2	1835	3670
HP 1TB 6G SAS 7.2K 3.5in DP MDL HDD	6	645	3870
HP 2GB 2Rx8 PC3-10600R-9 Kit	2	135	270
HP ML350G6 Rednt Fan/Baffle Kit	2	60	120
HP 460W HE 12V Hotplg AC Pwr Supply Kit	2	280	578
HP 512MB P-Series BBWC Upgrade (memoria adicional para la tarjeta raid)	2	428	856
Monitores AOC de 18.5"	2	125	250
Licencia de MS Windows 2008 Server OEM	2	798	1596
SUBTOTAL			11210
IVA 12%			1345,2
COSTO TOTAL			12555,2

Tabla 4.12 Costos de los servidores[85]

4.2.6 COSTO DEL ENLACE DE DATOS DESDE EL GOBIERNO PROVINCIAL DE LOJA HASTA EL TELE-PEAJE DE LA VÍA LOJA-CATAMAYO-AEROPUERTO.

Debido a que actualmente no existe un enlace de datos entre el Gobierno Provincial de Loja y el peaje, en este diseño se vio la posibilidad de hacerlo mediante la contratación de un E1 (debido a la ubicación del peaje, la CNT

[85] Anexo 16

únicamente dio la posibilidad de contratar desde un E1 en adelante para el enlace de datos) o simplemente mediante el Internet.

Por la vía donde se encuentra ubicado el peaje pasa el cable de fibra óptica de la CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones); por esta razón, se realizó una cotización para enlaces con capacidad de 2Mbps de datos y para 2 Mbps de Internet.

En la siguiente tabla se observan los precios, incluido el IVA, de la cotización que se hizo con la CNT.

TIPO	VELOCIDAD	INSCRIPCIÓN	RENTA MENSUAL	TOTAL DEL PRIMER MES
INTERNET	2Mbps	336	425,6	761,6
DATOS	2Mbps	392	498,4	890,4

Tabla 4.13 Costos del enlace de datos desde el Gobierno Provincial de Loja hasta el tele-peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto[86]

En la tabla 4.13 se indican los valores del total del primer mes, a partir del segundo mes se pagará únicamente la renta mensual.

Se recomienda un enlace directo, ya que de éste posee mayores garantías en cuando a confidencialidad de la información, para solucionar el abastecimiento del internet al tele-peje se puede utilizar el que actualmente posee el Gobierno Provincial de Loja.

4.3 COSTO TOTAL REFERENCIAL DE LA IMPLEMENTACIÓN

Luego de concluir con el detalle de precios de cada sistema del tele-peaje, así como también de la red de datos, de los servidores y del enlace de datos desde el Gobierno Provincial de Loja hasta el tele-peaje de la vía Loja Catamayo-

[86] Anexo 17

Aeropuerto, se procede a determinar el costo total referencial de la implementación del proyecto; éste dependerá del tipo de contrato que se haga con la CNT para el enlace de datos. Además en el costo total del presente proyecto no se incluyen los precios de los equipos que se reutilizarán.

Para el enlace de datos, se consideró utilizar Internet o únicamente una conexión directa (sin Internet) utilizando la fibra óptica de la CNT, dando de esta manera dos opciones que podrán ser tomadas en consideración.

En la tabla 4.14, se detalla el costo total referencial tomando en consideración la opción de utilizar Internet de banda ancha de 2Mbps.

COSTO TOTAL REFERENCIAL DE LA IMPLEMENTACIÓN UTILIZANDO INTERNET DE BANDA ANCHA DE 2Mbps	
COSTOS DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DSRC	78126,165
COSTOS DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE LOS PERIFERICOS EN LA VÍA	18013,363
COSTOS DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE MONITOREO	5915,84
COSTOS DE LA RED DE DATOS	10975,54
COSTOS DE LOS SERVIDORES	12555,2
INTERNET	761,6
COSTO TOTAL	126347,708

Tabla 4.14 Costo total referencial de la implementación utilizando Internet[26]

En la tabla anterior el valor del Internet tiene incluido el precio de instalación, ya que este valor se debe pagar el primer mes, a partir del segundo mes se pagará únicamente 425,6 dólares americanos.

COSTO TOTAL REFERENCIAL DE LA IMPLEMENTACIÓN UTILIZANDO ÚNICAMENTE ENLACE DE DATOS DE 2Mbps	
COSTOS DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DSRC	78126,165
COSTOS DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE LOS PERIFERICOS EN LA VÍA	18013,363
COSTOS DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE MONITOREO	5915,84
COSTOS DE LA RED DE DATOS	10975,54
COSTOS DE LOS SERVIDORES	12555,2
DATOS (2Mbps)	890,4
COSTO TOTAL	126476,508

Tabla 4.15 Costo Total Referencial de la implementación utilizando únicamente enlace de datos de 2Mbps[26]

En la tabla 4.15 también se incluyó el valor de la instalación. Se da estas dos opciones con el fin de permitir al Gobierno Provincial de Loja tomar una decisión efectiva en la implementación.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al finalizar el presente proyecto se concluye lo siguiente:

- El desempeño del actual peaje va decreciendo conforme pasa el tiempo, debido a que el sistema implantado por la empresa PROCELEC no cuenta con redundancia, ni tampoco cuenta con las garantías necesarias para hacer una comparación entre el dinero recaudado por las operarias de turno y lo que marcan los sensores que contabilizan los vehículos. Abriendo la posibilidad de que exista un mal uso del dinero recaudado.

- Con el análisis de la situación actual del peaje en la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto, se verificó que efectivamente es necesaria una solución tecnológica que ayude a corregir la mayor parte de los problemas que afectan al actual peaje como son: el deterioro de la vía, el mal funcionamiento de los sensores, los desfases en la recaudación del importe al peaje, entre otros. Existen varias soluciones técnicas, y se analizó cuidadosamente cada una de ellas teniendo en cuenta parámetros de seguridad, flexibilidad, redundancia y optimización de recursos.

- DSRC es una tecnología propia para aplicaciones de vehículos a infraestructura y gracias a que trabaja a una frecuencia de 5,9 GHz permite un mayor alcance de lectura. Comparándola con la tecnología RFID su precio es más elevado, pero presenta mayores ventajas en cuanto a seguridad y velocidad en la transmisión de los datos. Debido a que actualmente se ha comprobado que las etiquetas RFID poseen vulnerabilidades para ser clonadas, se descartó la posibilidad de hacer un diseño con este tipo de tecnología.

- La ubicación del tele-peaje estará muy alejada de los centros de servicio técnico de las empresas que brindan garantía a los equipos adquiridos para su implementación, esta fue razón suficiente para colocar redundancia a los equipos más importantes dentro del diseño. En el caso de los servidores se colocó discos *hot swap,* así como también fuentes y

ventiladores redundantes. Se colocó además dos interfaces Ethernet en el PAC para utilizar la propiedad de redundancia y garantizar un mejor servicio del control de los periféricos en la vía, de esta manera se disminuye la posibilidad de que el sistema de tele-peaje falle.

- Los estándares son de gran importancia, porque permiten la interoperabilidad de equipos de distintas marcas, sin embargo existen fabricantes como CISCO que crea sus propios protocolos y éstos únicamente podrán ser utilizados por equipos de la marca CISCO, disminuyendo la interoperabilidad con otros equipos. Por esta razón se considera que al usar equipos de una sola marca se garantiza total interoperabilidad entre ellos.

- El diseño del tele-peaje para la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto, se lo realizó de tal manera que sea flexible a las nuevas tendencias tecnologías, ya que hoy en día todo está tendiendo al protocolo IP, esta tendencia es llamada "*ALL IP*" y está creciendo muy rápido en todo el mundo. Teniendo en cuenta este antecedente se consideró que la Provincia de Loja no puede ser la excepción; por tal motivo se instaló la mayor cantidad de dispositivos que manejan el protocolo TCP/IP como es el caso de los teléfonos IP, las antenas lectoras DSRC, las cámaras de vigilancia IP, el PAC, el switch y el router.

- El uso de clasificadores vehiculares no invasivos, ayuda a evitar el mal funcionamiento del sistema de tele-peaje, ya que en la actualidad los sensores de fibra óptica que se colocaron bajo el pavimento fallan constantemente, presentando datos erróneos al sistema. En el presente diseño se descartó todo sensor invasivo dando solución a este inconveniente.

- La implementación del tele-peaje en la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto, es necesaria para evitar las deformaciones en el pavimento del peaje, para aumentar la fluidez vehicular y hacer del transporte un medio más ágil.

Ayudando de esta manera a disminuir los tiempos de travesías, dándoles a los usuarios de este sistema una mejor la calidad de vida.

5.2 RECOMENDACIONES

- Debido a que el Gobierno Provincial de Loja posee vehículos y maquinaria de construcción (tractores, retroexcavadoras, entre otras), es necesario que cada vehículo y maquinaria posea el tag DSRC. Así mismo se debe proponer el servicio de tele-peaje a empresas tanto locales como nacionales que utilizan constantemente la vía como son: la Cooperativa Loja, Transportes Catamayo, Taxis rutas, Transportes Unión Cariamanga, empresas que se dedican a transporte de materiales de construcción, entre otras.

- El uso del tag debería ser obligatorio para las empresas que transportan vehículos muy pesados, ya que si se detienen en el tramo del tele-peaje ocasionarán daños como los que actualmente se aprecian en el pavimento.

- El mantenimiento de los equipos, deberá ser continuo para evitar cambio de piezas o equipos que puedan ocasionar la inoperatividad del tele-peaje. Por otra parte, se recomienda que sea un técnico que conozca de automatización quien dé el debido mantenimiento, caso contrario no existirá garantía de que los equipos recibieron un mantenimiento adecuado.

- La comunicación de datos desde el Gobierno Provincial de Loja hasta el tele-peaje es necesaria, ya que se considera indispensable que en Loja exista una oficina ubicada en las localidades del Gobierno Provincial de Loja que se encargue del Sistema de Monitoreo y de la programación de los tags; brindándole alternativas al usuario de poder recargar su tag en el tele-peaje o en la ciudad de Loja.

- Es importante que existan convenios con la Policía Nacional, ya que esto ayudará a garantizar la seguridad dentro del tele-peaje; y, además ayudará con las multas previamente establecidas según la ley en caso de que cualquier usuario del tele-peaje no cumpliera con las reglas establecidas para cruzarlo.

- Los anuncios que indican la forma de cruzar el tele-peaje tendrán que ser claros en su contenido y deberán ubicarse a una distancia prudencial para que los usuarios puedan visualizarlos perfectamente.

- Se recomienda tener en cuenta la posibilidad de hacer un radio enlace desde el Villonaco hasta el tele-peaje de la vía Loja-Catamayo-Aeropuerto, ya que se conoce que el Gobierno Provincial de Loja posee antenas de transmisión de datos en este lugar, de esta manera se evitaría la contratación del enlace de datos con la CNT.

- Se recomienda que el Gobierno Provincial de Loja implemente la solución aquí propuesta, para que pueda beneficiarse de las ventajas que este sistema proveería.

BIBLIOGRAFÍA

- Planimetría del Peaje de la Vía Loja-Catamayo-Aeropuerto

- Manual de usuario entregado por la empresa PROCELEC al H. Consejo Provincial de Loja

- PDF: InformeVT_Entornos_inalambricos_ITS

- PDF: Manual de Kapsch KTC-TS3200-06

- PDF: 3-DSRC – Evensen

- PROYECTO DE TITULACIÓN. CHÁVEZ PROAÑO, Edwin David. Implementación de un prototipo de control monitoreo y autenticación vehicular, utilizando tecnología RFID. Enero 2010. EPN

- PROYECTO DE TITULACIÓN. DELGADO PINEDA Gustavo Wilson, ITURRE VALENCIA Mónica. TELEPEAJE (PROTOTIPO). Julio 2007. UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL DE CALI

- PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. RUIZ PALOMINO Verenice, SANDOVAL FUENTES Eduardo. Análisis de la Tecnología RFID: Ventajas y Limitaciones. Noviembre 2007. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

- PROYECTO DE TITULACIÓN.VALDIVIESO CARAGUAY Ángel Leonardo. Diseño de un Sistema Rotativo Tarifado para el Parque Central de la Cuidad de Loja. Octubre 2008. EPN

- PROYECTO DE TITULACIÓN. POZO YÉPEZ Nelson Andrés. Estudio y diseño de una red LAN inalámbrica con calidad de servicio, para voz y datos en el colegio de ingenieros geólogos, minas y petróleos (cigmyp), empleando los estándares ieee 802.11g, ieee 802.11e. Febrero 2009. EPN

- PDF: web_einfuhrungstex_esp

- PROYECTO DE TITULACIÓN. POZO YÉPEZ Nelson Andrés. Estudio y diseño de una red LAN inalámbrica con calidad de servicio, para voz y datos en el colegio de ingenieros geólogos, minas y petróleos (cigmyp), empleando los estándares ieee 802.11g, ieee 802.11e. Febrero 2009. EPN

- PDF: Kapsch-KTC-DS-OPS-1955-EN-01

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

- http://www.loja.gov.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=44&Itemid=130
- http://www.monografias.com/trabajos29/telepeaje/telepeaje.shtml
- http://www.rfidjournal.com/article/view/866/1/1

- http://www.intellidriveusa.org/508/Library/Library%20-%20Presentations/Working%20Group%20Meeting%20Oct.%202009/Henry_10_29_09.htm
- http://www.unwired.ee.ucla.edu/dsrc/dsrc_testbed_simple.htm
- http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo326/1s06/ETC/ST1_V135-EspecifTransacV135-10Ene05.pdf
- www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../CAPITULOS.doc
- http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_de_Automatizaci%C3%B3n_Programable
- http://zone.ni.com/devzone/cda/pub/p/id/302
- http://sig.utpl.edu.ec/download/data/Revista8.pdf
- http://www.toll-collect.de/laendereinstieg/tcrdifr014_laendereinstieg.jsp?display=es&locale=en
- http://www.viat.es
- http://www.caixagalicia.es/wvio004_contenido/esp/docs/guiaviat.pdf
- http://www.telepass.it
- http://www.sictranscore.com.ar
- http://www.idautomatica.com/informacion-tecnica/pasaporte-rfid-clonado.php
- http://www.salle.url.edu/ctraining/icil/RFID%20Nodus.pdf
- http://www.dipolerfid.es/productos/lectores_RFID/antenas_RFID/Default.aspx
- http://www.reprogir.com/webphp/tevitel/Catalogo-Camaras-IP.pdf
- http://es.wikipedia.org/wiki/PoE
- http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_IP
- http://www.visionxip.com/tecnologia/ancho_de_banda.html
- http://www.epson.com.ec/asp/muestraDetalleProducto.asp?idProducto=C31CA04051
- http://es.buy.com/PR/Product.aspx?sku=209653304
- http://www.trendnet.com.mx/langsp/products/proddetail.asp?prod=170_TV-IP522P&cat=58

- http://www.trendnet.com.mx/langsp/products/proddetail.asp?prod=160_TV-IP252P&cat=58
- http://www.xe.com/ucc/convert.cgi
- http://www.ciao.es/Cisco_2801_Integrated_Services_Router__625648
- http://www.trendnet.com.mx/langsp/products/proddetail.asp?prod=130_TPE-224WS&cat=58
- http://www.intelcompras.com/hewlett-packard-ml350-quadcore-e5504-sassata-torre-p-38823.html
- http://www.intelcompras.com/epson-miniprinter-epson-tmt58-paralela-fuente-poder-incluida-p-44603.html
- http://www.trafictec.com/semaf_led_30.php
- http://www.opto22.com/site/pr_details.aspx?cid=4&item=SNAP-SCM-232
- http://www.opto22.com/site/pr_details.aspx?cid=4&item=SNAP-ODC5-I
- http://www.opto22.com/site/pr_details.aspx?cid=4&item=SNAP-SCM-485-422
- http://www.opto22.com/site/pr_details.aspx?cid=4&item=SNAP-PAC-R1
- http://www.kyberne.com/redes.aspx?Paged=TRUE&p_ID=20&View={2F9D9A84-EAAD-4301-B7CB-78F4E725381F}&PageFirstRow=21